**الجامعة الأردنية**

نموذج التفويض

أنا حسن يوسف حسن العيسوي، أفوض الجامعة الأردنية بتزويد نسخ من رسالتي للمكتبات أو المؤسسات أو الهيئات أو الأشخاص عند طلبهم حسب التعليمات النافذة في الجامعة.

التوقيع:

التاريخ:

الجامعة الأردنية
كلية الدراسات العليا

التاريـــخ: / /

**نموذج رقم (١٨)**
**اقرار والتزام بقوانين الجامعة الأردنية وأنظمتها وتعليماتها لطلبة الماجستير والدكتوراة**

أنا الطالب: حسن يوسف حسن العيسوي    الرقم الجامعي: 8081114
التخصص: هندسة العمارة    الكلية: الهندسة والتكنولوجيا

عنوان الرسالة / الأطروحة : *فاعلية استخدام تطبيقات الحاسوب* في *تدريس* مواد الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لطلبة السنوات الاولى والثانية في اقسام العمارة في الاردن. حالة دراسية: قسم العمارة في الجامعة الاردنية

**أعلن بأنني قد التزمت بقوانين الجامعة الأردنية وأنظمتها وتعليماتها وقراراتها السارية المفعول المتعلقة بإعداد رسائل الماجستير والدكتوراه عندما قمت شخصيا" بإعداد رسالتي / اطروحتي بعنوان:** *فاعلية استخدام تطبيقات الحاسوب* في *تدريس* مواد الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لطلبة السنوات الاولى والثانية في اقسام العمارة في الاردن. حالة دراسية: قسم العمارة في الجامعة الاردنية

**وذلك بما ينسجم مع الأمانة العلمية المتعارف عليها في كتابة الرسائل والأطاريح العلمية. كما أنني أعلن بأن رسالتي /اطروحتي هذه غير منقولة أو مستلة من رسائل أو أطاريح أو كتب أو أبحاث أو أي منشورات علمية تم نشرها أو تخزينها في أي وسيلة اعلامية، وتأسيسا" على ما تقدم فانني أتحمل المسؤولية بأنواعها كافة فيما لو تبين غير ذلك بما فيه حق مجلس العمداء في الجامعة الأردنية بالغاء قرار منحي الدرجة العلمية التي حصلت عليها وسحب شهادة التخرج مني بعد صدورها دون أن يكون لي أي حق في التظلم أو الاعتراض أو الطعن بأي صورة كانت في القرار الصادر عن مجلس العمداء بهذا الصدد.**

توقيع الطالب:......................................    التاريخ: ١٦ / ٨ / ٢٠١١



# فاعلية استخدام تطبيقات الحاسوب في تدريس مادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لطلبة السنوات الأولى والثانية في أقسام العمارة في الأردن. حالة دراسية: قسم العمارة في الجامعة الأردنية

إعداد
**حسن يوسف حسن العيسوي**

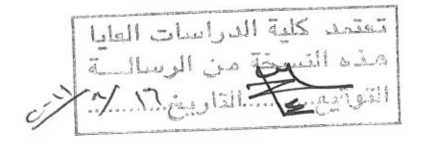
المشرف
**الدكتور علي أبو غنيمة**

المشرف المشارك
**الدكتور جودت القسوس**

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في هندسة العمارة

كلية الدراسات العليا
الجامعة الأردنية

أب / ٢٠١١



نوقشت هذه الرسالة **(فاعلية استخدام تطبيقات الحاسوب في تدريس مادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لطلبة السنوات الأولى والثانية في أقسام العمارة في الأردن. حالة دراسية: قسم العمارة في الجامعة الأردنية).**

وأجيزت بتاريخ: --/ -- /٢٠٠١١

| أعضاء لجنة المناقشـــــــــــة | التوقيـــــــــــــع |
|---|---|
| المشرف: الدكتور علي محمود علي أبو غنيمة<br>الرتبة الاكاديمية: استاذ مشارك | |
| المشرف المشارك: الدكتور جودت سالم القسوس<br>الرتبة الاكاديمية: استاذ مساعد | |
| الدكتور نبيل يوسف الكردي<br>الرتبة الاكاديمية: استاذ مساعد | |
| الدكتور عبد السلام أحمد الشبول<br>الرتبة الاكاديمية: استاذ مشارك | ٢٠١١/٨/١٥ |
| الدكتور رائد كمال قاقيش<br>الرتبة الاكاديمية: استاذ مساعد<br>جامعة عمان الاهلية | ٢٠١١/٨/١٦ |

نموذج التفويض

أنا حسن يوسف حسن العيسوي، أفوض الجامعة الأردنية بتزويد نسخ من رسالتي للمكتبات أو المؤسسات أو الهيئات أو الأشخاص عند طلبهم حسب التعليمات النافذة في الجامعة.

التوقيع:

التاريخ:

**ةيلعاف استخدام تطبيقات الحاسوب في تدريس مادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لطلبة السنوات الأولى والثانية في أقسام العمارة في الأردن. حالة دراسية: قسم العمارة في الجامعة الأردنية**

إعداد
**حسن يوسف حسن العيسوي**

المشرف
**الدكتور علي أبو غنيمة**

المشرف المشارك
**الدكتور جودت القسوس**

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في
هندسة العمارة

كلية الدراسات العليا
الجامعة الأردنية

أب / 2011

نوقشت هذه الرسالة ( **فاعلية استخدام تطبيقات الحاسوب في تدريس مادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لطلبة السنوات الأولى والثانية في أقسام العمارة في الأردن. حالة دراسية: قسم العمارة في الجامعة الأردنية).**

وأجيزت بتاريخ: --/ -- /20011

أعضاء لجنة المناقشـــــــــــة التوقيـــــــــــــــــــع

المشرف: الدكتور علي محمود علي أبو غنيمة
الرتبة الأكاديمية: أستاذ مشارك

المشرف المشارك: الدكتور جودت سالم القسوس
الرتبة الأكاديمية: أستاذ مساعد

الدكتور نبيل يوسف الكردي
الرتبة الأكاديمية: أستاذ مساعد

الدكتور عبد السلام أحمد الشبول
الرتبة الأكاديمية: أستاذ مشارك

الدكتور رائد كمال قاقيش
الرتبة الأكاديمية: أستاذ مساعد
جامعة عمان الأهلية

**إهداء**

إلى معلم البشرية عليه السلام ...

إلى أبي وأمي

إلى بناتي الأربعة

إلى إخواني وأخواتي

إلى أصدقائي وزملائي

إلى تراب الوطن الغالي

أهديكم جميعاً عملي هذا

Vi dedico questo mio lavoro

حسن العيسوي

**شكر وتقدير**

الحمد والشكر لله أولاً ...

أود أن أعرب عن امتناني الكبير إلى حضرة الدكتور علي أبو غنيمة والدكتور جودت القسوس لما قدموا من كفاءة مهنية وصبر ومثابرة في عمليات متابعة وتدقيق وتوجيه مسار هذه الرسالة.

وأود أن أشكر مسبقا أعضاء اللجنة على تفضلهم بسماع ومناقشة موضوع الرسالة.

وبالإضافة إلى ذلك، أود أن أشكر كل من ساعد في جعل كل هذا ممكنا، وعلى وجه الخصوص حضرة الدكتور محمد رياض والدكتور وائل الأزهري للوقت الذي منحوا لشرح أساليب تدريس الهندسة الوصفية في الجامعة الأردنية.

أقدم شكر خاص لزميلتي العزيزة علا العلاونة للمساعدة الكريمة التي قدمتها في التدقيق اللغوي لهذا البحث.

## جدول المحتويات

## قائمة الجداول

## قائمة الأشكال والصور

## قائمة الرسوم البيانية

**الملاحق**

# فاعلية استخدام تطبيقات الحاسوب في تدريس مادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لطلبة السنوات الأولى والثانية في أقسام العمارة في الأردن

إعداد
**حسن يوسف حسن العيسوي**

المشرف
**الدكتور علي أبو غنيمة**

المشرف المشارك

**الدكتور جودت القسوس**

## *ملخص*

منذ منتصف القرن العشرين ، مع عدد قليل من الاستثناءات، التطورات الوحيدة للهندسة الوصفية، كانت مرتبطة بالمجال التجريبي في عمليات الرسم، الأساليب التي نتجت كان لها دور هام لهذه المادة ولعلم الهندسة بشكل عام (Migliari, R 2008), حدث التمثيل الرقمي أعطى المهندسين أداة قادرة على :

- الإعراب بإيجاز عن مشاكل كان يمكن حلها بالطرق الرياضية فقط
- إنتاج رسومات في الفراغ أكثر دقة
- إنتاج صور ذات جودة أعلى (ديناميكية ، تظليل ، تفاعل ، ... الخ)

بالرغم من التطور التكنولوجي، تدريس الرسم الهندسي والهندسة الوصفية في الكثير من الأحيان بقي متجذر في الأساليب القديمة. وهذا التعصب أدى إلى انفصام خطير بين الرسم التقليدي الغني بتاريخه، وتقنيات الرسم الرقمي ( Digital Drawing) المهتمة فقط بتنفيذ أوامر البرمجيات دون أي إطار أو دعم نظري. ولهذا فضرورة تجديد الهندسة الوصفية ينبع من الحاجة إلى إدماج المفاهيم النظرية لهذا العلم الكلاسيكي مع تقنيات الإظهار الرقمية وإلى حفظ وتوسيع التراث الثقافي الموروث من القرون الماضية.

استعراض الدراسات السابقة أظهر توافق في الآراء حول قدرة برمجيات النمذجة ثلاثية الأبعاد (مثل أوتوكاد) في تعلم وتعليم الهندسة الوصفية وبالتالي تطوير مهارات الطلاب في فهم الفراغ الهندسي.

هذا البحث يتميز عن غيره بأنه يطرح موضوع تجديد الهندسة الوصفية ليس فقط من خلال دراسة وتحليل لمنهجيات مقررات الرسم في واحد وعشرون جامعة (محلية، عربية ودولية) والوقت المكرس لتدريسها، بل أيضا، من خلال مواجهة سلسلة من التطبيقات الحاسوبية لحل المسائل الكلاسيكية للهندسة الوصفية باستخدام الإنشاءات الهندسية (المستوية أو الفراغية)، النمذجة الصلبة والإظهار الهندسي، وذلك بهدف تسليط الضوء على مواضيع ومنهجيات تدريس الهندسة الوصفية حسب أهميتها النظرية وتطبيقاتها في الفراغ الافتراضي.

باستطلاع منهجيات مقررات الرسم في الجامعات قيد الدراسة والوقت المخصص لتدريسها (الفصل 3)، ظهر أن هناك نقص تدريجي في الاهتمام بتدريس مقرر الهندسة الوصفية، وربما هذا يعود لشكوك حول فاعلية هذا المقرر في حل المسائل الهندسية مقارنة بإمكانيات الرسم الرقمية. بهدف تسليط الضوء حول إمكانية تطبيق مفاهيم الهندسة الوصفية في الفراغ الافتراضي، أثبت هذا البحث في الفصل الخامس انه بواسطة الإمكانيات الكبيرة التي تتيحها أدوات الرسم الرقمية في مجال تعلم وتعليم الفراغ الهندسي، فأنة من الممكن حل مسائل هندسية معقدة، مثل مسألة التماس بين أسطح دورانية في الفراغ، وخصوصا مسألة تحديد المحل الهندسي للكرات المتماسة أربعة كرات معلومة (امتداد لمسالة أبولونيوس) 14.

## المقدمة

إذا كان صحيح أنه يمكن نسخ كل شيء نتخيله من خلال الرسم، وإذا كان التصميم قبل كل شيء فكرة ، فينبغي تعلم التفكير قبل تعلم الرسم . كما هو الحال في الكلام والكتابة، يمكننا رسم فقط كل ما نستطيع تخيله وتحليله استنادا إلى قواعد محددة معروفة مسبقا. يمكننا قراءة أي لغة أيقونية (الكتابة ، والرياضيات ، والموسيقى ، الخ)، إذا كنا قادرين على فك رموزها. وهذا يعني ضمنيا أنه إذا كان الرسم لغة لوصف فكرة الأشكال الهندسية ، فالتعليم يجب أن يتكيف مع هذه المهمة، وبالتالي، من وجهة نظر منهجية لا بد من المعلمين (وخصوصا في حالة الرسم الهندسي، لأن هناك علاقة بين منفذ ومصمم المشروع)، ان يحفزوا على التفكير قبل الرسم . (Fragassi_2009)

الهندسة الوصفية هي العلم الذي يدرس الأشكال الهندسية في الفراغ . على عكس الهندسة التحليلية والهندسة التفاضلية، التي تستخدم لغة رمزية، الهندسة الوصفية تستخدم لغة بصرية، ولهذا فهي الأداة الرئيسية لمشاريع الهندسة المعمارية والتصميم. حتى بضع سنوات سابقة الهندسة الوصفية استخدمت الرسم فقط على الورق (أي في بعدين)؛ الآن تستخدم أيضاً الكمبيوتر، الذي يوفر القدرة على الرسم في الفراغ، وبدقة تمثيل أفضل بكثير من السابق.

قلق المعلمين المتزايد حول تحسين قدرتهم على بث الدروس النظرية جنبا إلى جنب مع ثورة المحتوى والأساليب التي أحدثتها تكنولوجيات المعلومات الجديدة، يجب أن ينتج طرق وأشكال تعليمية جديدة أكثر جاذبية وكفاءة. في هذا الهندسة الوصفية هي حالة خاصة، لأن غرضها الرئيسي ليس فقط في تزويد الطلبة بالمعرفة النظرية في علم الهندسة والرسم، ولكن أيضا في تعزيز قدرتهم على إدراك الفراغ، التي هي واحدة من المهارات الأساسية لأي مهندس، والتي للأسف لم يتم تغذيتها بما فيه الكفاية في التعليم المدرسي والجامعي خلال السنوات الأخيرة. بهذه المنطلقات، وبهدف تحسين عملية التعليم، طريقة استخدام برمجيات النمذجة ثلاثية الأبعاد، تسمح للطلاب متابعة الإنشاءات الهندسية النظرية والتطبيقية بطريقة تفاعلية وجذابة وتُسهل ليس فقط مهمة المعلمين في شرح المفاهيم النظرية، بل ايضا مهمة الطلاب في متابعة وفهم الإنشاءات الهندسية المستوية والفراغية التي تبرر تلك المفاهيم.

تاريخ العلم مليء بأمثلة للدور الذي احتلته الأدوات لاكتشاف معارف جديدة. التلسكوب اعطى الفرصة لغاليليو لمشاهدة قمر المشتري، ولكنه لم يسمح له أن يفهم شكل زحل، بتلك الحلقة التي تميزه، والتي نستطيع الآن فحصها عن كثب بوجود تلسكوبات الأقمار الصناعية، وبالتالي من المشروع أن نسأل ما هي الفرص التي تتيحها أجهزة الكمبيوتر لتطوير الهندسة وصفية. (Migliari_2008)

برمجيات النمذجة الرياضية، تسمح الآن بثلاث عمليات أساسية، والتي قبل الثورة الرقمية لم تكن ممكنة:

1. الرسم في الفراغ ثلاثي الأبعاد؛
2. استخدام في الإنشاءات الهندسية منحنيات وأسطح مختلفة، وليس فقط الخط المستقيم والدائرة؛
3. الحصول على نتائج أكثر دقة من الماضي

لهذه المزايا الثلاث الأولى يجب إضافة إمكانية تحقيق تمثيل هندسي (قريب من الإدراك الحقيقي)، مزود بالتظليل والشفافية والانعكاسات، والتفاعلية.

***مشكلة الدراسة***

بالرغم من التطور التكنولوجي , تدريس الرسم الهندسي والهندسة الوصفية في الكثير من الأحيان بقي متجذر في الأساليب القديمة. وهذا التعصب أدى إلى انفصام خطير بين الرسم التقليدي الغني بتاريخه، وتقنيات الرسم الرقمية المهتمة فقط بتنفيذ أوامر البرمجيات دون أي إطار أو دعم نظري. ولهذا فضرورة تجديد الهندسة الوصفية ينبع من الحاجة إلى إدماج هذا العلم الكلاسيكي مع تقنيات الإظهار الحديثة وإلى حفظ وتوسيع التراث الثقافي الموروث من القرون الماضية.

الوضع الراهن في مجال تدريس مقرر الرسم الهندسي والهندسة الوصفية الجامعي، يتميز بقدر كبير من الخلط بين تعليم تقنيات الرسم الرقمي من جهة والطرق القديمة في تدريس الهندسة الوصفية من جهة اخرى. مواجهة هذه المشكلة الان أصبح ضرورة عاجلة لا يمكن تأجيلها.

وإلى جانب الأسباب المذكورة أعلاه، الاهتمام بمشكلة هذا البحث يرجع أساسا إلى واقع الممارسة الميدانية للباحث، حيث قام الباحث بتدريس الهندسة الوصفية ( لمدة 15 عاما في كلية الهندسة المعمارية في جامعة سابينزا في روما) سواء بالطريقة التقليدية (مسطرة وفرجار) أو باستخدام برمجيات الكاد (في السنوات الأخيرة 2003–2008). خلال هذه الممارسة لاحظ ان الطلاب يبدون اهتماما أكثر بكثير عند استخدام أوتوكاد لشرح كل من نظريات وتطبيقات الهندسة الوصفية، لما تقدمة هذه البرمجيات من دقة وفراغية وسرعة. لذلك أراد الباحث نقل هذه التجربة الايجابية إلى الجامعات الأردنية، من خلال صياغة أطروحة، تبحث الوضع القائم في تدريس هذه المادة في الأردن من جهة، وتعرض مزايا وإمكانيات المنهجية الحديثة لتدريس هذه المادة من جهة أخرى، أخذة في الاعتبار فقط المفاهيم الضرورية للهندسة الوصفية في مجال النمذجة ثلاثية الأبعاد والإظهار ألرسومي.

***أهمية الدراسة***

مهمة مواد الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لا تكمن في مساعدة المعماري على ترجمة أفكاره وبياناته إلى شكل هندسي ملائم للغرض المطلوب منه فقط، ولكن أيضا في عمليات التحكم في نمذجة هذا الشكل في الفراغ ثلاثي الأبعاد وفي إظهاره بطريقة لا لبس فيها. ولدعم هذه المقولة ، فان أهمية البحث صيغت كما يلي:

- ترتكز الدراسة على دور أدوات الرسم الرقمية في تسهيل وفهم نظريات مقرر الهندسة الوصفية، وتدعو للوصول إلى حلول منهجية تسهم في تحديث تدريس هذا المقرر في كليات الهندسة في الجامعات العربية وخصوصاً الجامعة الاردنية.
- تؤكد الدراسة على دور مفاهيم الهندسة الوصفية الضروري في عمليات النمذجة الرقمية ثلاثية الأبعاد، وفي ضرورة التعامل معها بطريقة غير تقليدية للوصول إلى منهجية تدريس شمولية ومتكاملة.
- محاولة إثبات صحة فرضية ان التطبيقات المحوسبة للهندسة الوصفية في الفراغ الافتراضي تسمح ليس فقط في تدريس الموضوعات الكلاسيكية للهندسة بشكل فعال وتفاعلي (الفصل الرابع)، بل أيضا في إثبات أن هذه الطريقة تسمح بحل مشاكل هندسية معقدة، مثل مسألة تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات المتماسة أربعة كرات معلومة (الفصل الخامس).
- تحلل الدراسة التطبيقات الحاسوبية للهندسة الوصفية في مجالات النمذجة ثلاثية الأبعاد والإظهار الهندسي (منظور اكسونومتري وطريقة مونج) لأنواع مختلفة من الأسطح الهندسية، بهدف تصنيف مواضيع الهندسة الوصفية حسب الأهمية النظرية والعملية.

***فرضية البحث***

إمكانية الرسم في الفراغ ثلاثي الإبعاد التي تقدمها برمجيات النمذجة الرقمية تتيح للهندسة الوصفية تطورات جديدة، نظرية وتطبيقية. إثبات هذه الفرضية، هو بشكل عام موضوع هذا البحث. وهذه الفرضية يمكن أن تصاغ كما في السؤال التالي: ما هي فعالية استخدام الفراغ الافتراضي في تحديث مادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية ؟.

**أهداف الدراسة**

الاهتمام القوي الذي يمكن أن يثيره هذا البحث، في العديد من الجامعات الأردنية والعربية ، يكمن في تداعياته الايجابية المحتملة على البحث العلمي وعلى التدريس. النجاح في تحقيق التكامل بين نظريات وأساليب التمثيل التقليدية مع تقنيات الرسم الجديدة. استخدام الكمبيوتر، له أثر فوري، في تعميم حلول بعض المسائل النموذجية للهندسة الوصفية، مثل مسألة التماس في الفراغ (الفصل الخامس) من جهة، وفي اجتياز ذلك النوع من التدريس الذي هدفه محدود على معرفة تقنيات هذا أو ذلك البرنامج من جهة أخرى؛ لان هذا النوع من التدريس يُفرغ علم الهندسة الوصفية من محتواها النظري ومن ممارسة التمرين الذهني في فهم الفراغ واكتشاف أبعادة المختلفة. ويمكن تلخيص أهداف هذا البحث في ما يلي:

1. تأكيد أو نفي فرضية البحث من خلال تحليل نقدي لمناهج التدريس الحالية لمواد الرسم الهندسي والهندسة الوصفية في عدد من الجامعات المحلية والعربية والدولية (الفصل الثالث). ويستند هذا التحليل على أمثلة عملية تبين الحاجة النظرية والتطبيقية للمفاهيم والأساليب المشمولة في هذه

البرامج. هذه الأمثلة العملية ، تشمل كل من عمليات الإنشاءات الهندسية والإظهار التي تسبق أو تتبع عملية النمذجة التلقائية للأشكال الافتراضية ثلاثية الأبعاد .

2. حث النقاش حول مسألة جعل مادة الهندسة الوصفية مرة أخرى جزءا رسميا من مهارات المعماري المطلوبة. ولذلك، هناك الحاجة إلى محاولات جدية لإيجاد نهج جديد لتعليم الهندسة الوصفية في المستقبل . لتجنب فشل هذه المحاولات يجب أن لا تكون مفهومة كإحياء لإجراءات تقنية سابقة وإنما إجابة تعليمية لملائمة الظروف المتغيرة لمهنة العمارة والبناء.
3. صياغة توصيات لبرنامج تدريس مقرر الهندسة الوصفية (الفصل السادس) ، أخذاً في الاعتبار إمكانيات أدوات الرسم الحالية وشاملةً تلك المفاهيم النظرية للهندسة الوصفية اللازمة للسيطرة الكاملة والتحقق من جميع مراحل عمليات الرسم، ابتداءً من الرسم ثنائي الإبعاد، حتى النمذجة وأخيرا الإظهار.

***الدراسات السابقة***

مشكلة البحث تم تناولها بمقترحات مختلفة (المشار إليها في المراجع) في الكثير من البلدان مثل أيطاليا، وألمانيا، والولايات المتحدة وحتى في الصين. على العكس، في الجامعات العربية، التي هي أيضا مهد لهذه المعرفة، المشكلة مهملة تماما، على الرغم من أن أساتذة وطلاب هذه المادة (كما تظهر نتائج الاستبيان في الفصل الثالث) يشعرون بهذه الفجوة الكبيرة بين المفاهيم النظرية للرسم وتطبيقاتها ثلاثية الابعاد.

بعد مراجعة الدراسات التي تناولت التعلم الجامعي بمساعدة الحاسوب، ولا سيما تدريس الهندسة الوصفية ، تم الاستئناس بالدراسات التالية:

1) يقدم كتاب هوك ١٩٦٢(Hawk M.C) طريقة جديدة لفهم المراحل الأساسية من مراحل تنفيذ وتحليل الرسوم الهندسية. كما يقوم بشرح المسائل الأكثر صعوبة التي قد يواجهون الطلاب في مجالات تخصصهم. ويشجع التعلم النشط وحل المسائل خطوة بخطوة. ويشمل مئات من الإجابات للمسائل التي تعزز فهم الطلبة للمادة.
2) وفقا لهورفاث وزملاؤه(Horvath-Kiss-Horváth)، (1991 استخدام نماذج ثلاثية الأبعاد في تدريس الهندسة يمكن أن يمثل عونا كبيرا في تسهيل عمليات التصور والإظهار ومعرفة الخصائص الهندسية. الاستخدام السليم والدراسة المثابرة يحفز الخيال على الإدراك المكاني. (Vásárhelyi) أظهرت نتائج الاستطلاع أن مشكلة العديد من الطلبة على التخيل هي السبب الرئيسي في عدم الوصول إلى حل مسائل الهندسة المكانية. ولذلك ، فقد يكون من المفيد تدريس الهندسة الفراغية ابتدءا من المدارس الثانوية وتكريس المزيد من الوقت للنماذج المكانية. فضلا إلى أن المقررات الجامعية

بحاجة إلى بعض التنقيحات في أساليب تدريس الهندسة أو حتى في تكريس فصل دراسي لتنمية القدرة المكانية وفي حل المهام الهندسية الفراغية. ويمكن أن يكون تدريس الهندسة المكانية باستخدام نماذج مختلفة فعال لإثبات العلاقات المكانية بينها وبين العمليات التي تجرى عليها (خصوصا على المستوى الجامعي). في اللحظة التي يحصل فيها الطلاب على أساسيات التصور بمساعدة النماذج التقليدية ، يمكن أن يمضى قدما بتدريس تعريفات جديدة. وبما أن هناك فوارق كبيرة بين مستويات الطلاب في مهارات التصور المكاني، من المهم شرح المفاهيم الجديدة في الوقت المناسب (Vásárhelyi). الذي يلفت الانتباه إلى ان استخدام أجهزة الكمبيوتر بعد استخدام النماذج التقليدية ، يمثل عامل مساعد في تحفيز الطلاب على التركيز. وأشار إلى أن تفاعلية النماذج الافتراضية يذكر بعمليات التعامل مع النماذج الملموسة، ويساعد إلى الانتقال إلى عمليات الإظهار الايقونية للفراغ الهندسي. ووفقا ل فاشارهيي (Vásárhelyi) هناك أربع فترات لاستخدام النماذج في التعليم الهندسي: – مع النماذج ؛ مع نماذج وصور لها (كالمؤثرات الحركية في الكمبيوتر) ؛ مع الصور وأعداد لنماذجها أو المؤثرات الحركية والصور) ؛ بحل المسائل بمساعدة الصور

3) دراسة الباحثة كورسكا ( R،Gorska–98-1997 ) أظهرت ان قدرة التصور ثلاثي الأبعاد لها أهمية حاسمة للنجاح في المهن الهندسية. وقد تم تنفيذ مجموعة من الاستراتيجيات لتعزيز مهارات التصور المكاني لطلاب الهندسة. وإلى جانب هذه الاستراتيجيات اختبار التصور والمهارة المكانية المكاني باستخدام عملية الدوران. وبحثت هذه الدراسة العوامل التي تبدو مهمة في تطوير مهارات التصور المرئي والفروق بين الجنسين من الطلاب المسجلين في الجامعات التقنية الأميركية والألمانية والبولندية.

4) بحث كيربي وبولتر Kirby-Boulter)، (1997 قدم وسيلة لتدريس الهندسة باستخدام عمليات الإسقاط و الدوران، والتي من خلالها حصل على نتائج جيدة في تطوير الإدراك الفراغي للطلاب الكنديين. وخلص بالقول أن الطلاب الذي لديهم نقص في اختبارات المهارات المكانية، يمكن ان تتحسن قدرتهم من خلال الدراسة المتعمقة للهندسة . وقد أظهرت الخبرة الطويلة في تعليم مادة الهندسة الوصفية انه لا يمكن تحقيق قدرة كافية في إدراك الفراغ دون فهم شامل للأسس النظرية لهذة المادة، وانه من المهم جدا عمل ممارسة روتينية في عمليات الإسقاط والتقاطع ، باستخدام الاكسنومتري بطرقة حرة. لورد (Lord،1985 ) طبق هذا الأسلوب من خلال 30 دقيقة من الممارسة اليومية لمدة 14أسبوعا لطلاب السنوات الأولى/ والثانية . حيث المهام كانت في تصور مقاطع مستوية لنماذج ثلاثية الأبعاد، ومن ثم رسم المقاطع الناتجة. وفقا ل لورد ، نتائج اختبار مهارة تصور الفراغ أصبحت أفضل بكثير.

5) دراسة الياس يوسف أبو يونس (1996) تهدف إلى تحديد كفاءة استخدام الحاسوب لتدريس الهندسة المكانية للصف الثاني الثانوي العلمي. النتائج تشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في نتائج الاختبارات بين متوسط علامات طلاب المجموعة الضابطة ومتوسط علامات طلاب المجموعة التجريبية (لصالح التجريبية)، كما أشارت الدراسة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط علامات الطلاب و متوسط علامات الطالبات (لصالح الطالبات).

6) كروفت (Croft،1998 .Frank M. Jr ) أبدى الرأي في مقالة قائلا ان دور الهندسة الوصفية كان يكمن قي عملية إسقاط أشكال ثلاثية الأبعاد على سطح مستوي (ورقة الرسم ) باستخدام عدة مستويات

مساعدة (auxiliary plans) ، من خلال هذا الأسلوب كان يمكن الحصول على مقاسات الطول، والزوايا للأشكال الهندسية وغيرها من المعلومات المترية . الآن التكنولوجيا تسمح من خلال عمليات قليلة من الانشاءات بالحصول تلقائياً على كل المعلومات الممكنة لحل معظم مسائل القياس.

7) ويستنتج الباحثان جيتلر و جليوك ( Gittler. Glauck 1998) أن النقطة الرئيسية تكمن في التأثير الكبير لتدريس الهندسة الوصفية في تحسين مهارات التصور المكاني . وهذا يدل بوضوح على أن مواضيع الجامعة تحفز على تنمية القدرة المكانية. والتي تعتبر بشكل عام مرحلة هامة في تعليم طلاب العمارة والتي تتجاوز تلقين تقنيات مجردة هدفها اجتياز الامتحان فقط.

8) في دراسة لويب ( E. N. 1999،Wiebe ) ) قدمت في "المؤتمر الدولي" الثامن حول الهندسة ورسومات الحاسوب والهندسة الوصفية (ICECGDG) الذي عقد في أوستن( تكساس) ، تم وضع تعريفات للهندسة والرسم استناداً إلى حلقة نقاش استخدمت هذه التعريفات كنقطة انطلاق لمناقشة التطبيقات التعليم المستقبلية للرسم لهندسي.

9) في دراسة غير رسمية ل تشن ( Chen-2000) تم دمج حلول الهندسة الوصفية مع نهج الكاد ثلاثي الأبعاد للتعامل مع العناصر الهندسية الأساسية. وتشمل العناصر الأساسية النقاط والخطوط والمستويات مقارنة بالمجسمات الصلبة. تم حل العديد من مسائل الهندسة الوصفية باستخدام نهج الكاد ثلاثي الأبعاد والنهج التقليدي الذي يتطلب عدة مساقط عمودية مساعدة. وأجرى تقييم لكلا المنهجين. وأظهر أن استخدام CAD ثلاثية الأبعاد في الهندسة الوصفية يعطي فعالية وسرعة ودقة، ولا يحد من المنطق الهندسي للفراغ.

10) دراسة مجد موسى ( 2000)، استندت منهجية هذا البحث على دراسة تحليلية لأساليب علم التصميم ، وذلك باستعراض المنشورات السابقة. ثم حللت مراحل عملية التصميم في آليتها التقليدية. كما تضمنت دراسة تحليلية لدور أجهزة الكمبيوتر وتكنولوجيا المعلومات خلال عملية التصميم. وقد تم دعم الدراسة بالحالات الدراسية والتجارب الأكثر تقدما دون التركيز على منطقة جغرافية معينة. وأظهرت الدراسة أن جهاز الكمبيوتر وتكنولوجيا المعلومات توفر وسائل قوية في عمليات التصميم وتعزز عملية التعلم في مدارس العمارة. ويقدم فرصة لتصميم مشاريع متنوعة. وتعزز التعاون بين المصممين ، ولكن البحث يختتم بالقول إن التكنولوجيا لا يمكن أن تحل محل وسائل التصميم التقليدية: الرسم على الورق والنماذج الفيزيائية لفكرة المشروع، أي لصالح الطريقة.

11) كورنيلي ٢٠٠١ (Andreas Matievits،Cornelie Leopold ) يلخص مقالة بالقول أن الهندسة الوصفية تلعب دورا أساسياً في العلوم الهندسية، وخاصة في العمارة. في السنوات الأخيرة أهملت أهمية الهندسة بسبب تقييم غير صحيح للتكنولوجيات الجديدة مثل كاد ( CAD). باحثون في علم الهندسة ومدرسون فشلوا في إقناع المهندسون والتقنيون على أهمية التفكير الهندسي باستخدام أساليب الكومبيوتر. هذا البحث يبين مفهوم دمج تدريس الهندسة في عملية التصميم، ويؤكد على أهمية الهندسة في الممارسة المعمارية، وكذلك في استخدام التكنولوجيات الجديدة. الهندسة الوصفية أثبتت أنها لا تزال ضرورية في عملية التصميم. في مفهوم التكامل نبدأ من التصميم المعماري ومن ثم المشكلات الهندسية حتى الوصول إلى الحلول. مشروع البحث اعتمد على مجموعة من خبرات طلاب العمارة خلال دراستهم الجامعية . الأمثلة تضمن موضوعات مثل تطوير الأشكال الهندسية، وأساليب الإسقاط للإظهار الهندسي، والفوتومونتاج ( photomontage)، استكمال الصور

(photoreconstruction). صياغة الواجبات الهندسية من التصميم الهندسي حتى الحلول .
الاستنتاجات: مشاريع العمارة توفر عدة مسائل مهمة وتعطي الفرصة لاكتساب المعرفة الهندسية في المجالات المختلفة. معرفة قواعد الهندسة الوصفية يساعد على فهم المسائل الهندسية. لإعطاء أهمية عملية للهندسة في العمارة ينبغي البدء من دراسة المشاريع المعمارية وليس من المسائل الهندسية المجردة.

الرسم بواسطة الحاسوب يؤكد الحاجة إلى التفكير الهندسي. الذي يمثل وسيلة تحقق وفهم وخصوصاً في المسائل الهندسية المعقدة. الاهتمام بمجال التطبيقات الهندسية في العمارة يمكن أن يتزايد من خلال طريقة تدريس متكاملة.

12) الباحث جرادينسكاك (Gradinscak 2001)، في دراسة المتعلقة بالإنشاءات الهندسية وتطبيقاتها الحاسوبية في الرسم الهندسي، استنتج انة من الصعب تكهن الاتجاهات المستقبلية في مجال الرسم، بالرغم من أنة سيبقى دائما موضوع تأمل ودراسة بهدف تحسين أداء أدوات الرسم فيما يتعلق بالإدراك المكاني والمساعدة في الإبداع التصميمي. عملية التصميم، كما يقال، هي افتراض للتوصل إلى حل مشكلة هندسية معينة، التي تكسب قدرا أكبر من اليقين من خلال الرسومات والحسابات والاختبارات. في هذا الصدد، الرسومات المنفذة بواسطة الكمبيوتر تبدو مشابهة تقريبا للمجسمات الحقيقية .علماء الرياضيات طوروا فرع جديد من الهندسة المعلوماتية (computational_geometry)، والتي هي امتداد لهندسة ديكارت والهندسة التحليلية ، ومونج، ... الخ ، ولكنها أكثر تفاعلية بفضل الكمبيوتر. الشكل المحدد في الكومبيوتر بواسطة إحداثيات فراغية يتحول بواسطة عمليات حسابية إلى شكل مرئي في إسقاط متوازي (الاكسنومتري، طريقة مونج) أو في إسقاط مركزي (منظور). هذه العمليات تنفذ في الفراغ الافتراضي وليس بواسطة نقاط التلاشي. تفاعلية الفراغ الافتراضي تهدف إلى حل مسائل التصميم الهندسية من خلال النمذجة. طريقة الإسقاط تمثل أسلوب مماثل الذي تم تعميمه وتدريجة في الفصول الدراسية .ومن ثم دمجه مع استخدام برمجيات الكاد (CAD) في مقرر الرسم لجامعة RMIT (اسم جامعة مدينة فيكتوريا، أستراليا) ابتدءا من العام الدراسي 1997. حيث رصدت فعالية طريقة تدريس الرسم لمدة ست سنوات ، بالنسبة لقدرة الطلاب على تصور الفراغ ، سواء مع أو بدون إدخال طريقة الإسقاط. وأظهرت الدراسة أن هذه الطريقة الجريئة ركزت أكثر على تعميم حلول هندسية وبدرجة أقل على آليات الإنشاءات الهندسية. وقد أظهرت التجارب أن استخدام الفضاء الافتراضي ساعد على تحسين بشكل ملحوظ مهارة الإدراك الفراغي للطلاب (Lewis،Gradinscak ) . لتلبية احتياجات المهندسين في نمذجة مشاريعهم الافتراضية، ينبغي تجديد أسليب تدريس الهندسة .استخدام الإنشاءات الهندسية ثلاثية الأبعاد في تدريس مقررات الرسم، يشجع الطلاب على فهم أعمق للمفاهيم الهندسية وتطبيقاتها الحاسوبية في متقدم من التصميم الهندسي. مع تقدم التكنولوجيا وانتشار استخدام الكمبيوتر في مجالات التصميم المهني والتعليم ، يجب الاستمرار في الأخذ بعين الاعتبار الدراسات الهادفة للتحقق من ملائمة أساليب تدريس الهندسة الوصفية.

تطبيق مبادئ الإنشاءات الهندسية في الفراغ الموجه (Vectorial space) لبرامج النمذجة ثلاثية الأبعاد ، تعتبر الأساس في حل المسائل الهندسية. ولذا فمن الضروري وضع هذه المبادئ في تعليم تقنيات الرسم لتحديث مقررات الرسم في كليات الهندسة. أحدث تطورات الرسم بالحاسوب أدخلت وسيلة

جديدة تقوم على مفاهيم استخدام الفراغ الافتراضي حيث يمكن حل المسائل الهندسية. تطبيق الهندسة الوصفية في الرسومات الحاسوبية يعمل على تطوير ودعم تقنيات جديدة من الإنشاءات الهندسية.

13) باكو 2003 (M،Bako ) في مقالة أساليب إسقاط مختلفة في تدريس الهندسة المكانية ، قال انه على مدى السنوات الخمسين الماضية تراجع تدريس الهندسة وخصوصاً تدريس الهندسة المكانية .في الآونة الأخيرة وضعت عدة نظم هندسية تفاعلية لمساعدة تعليم وتعلم الهندسة المستوية. سؤال البحث كان التالي: هل هو مفيد استخدام الإسقاطات الاكسونومترية في التعليم؟. للإجابة على هذا السؤال كتب المؤلف برنامجين وفقا لهذه الأنواع من الإسقاطات وعمل مسح إحصائي ووصفاً له ولنتائجه . حيث اختتم انه ليس كافي استخدام الكمبيوتر إذا كنا نريد تحسين توجه الطلاب البصري ، هناك الحاجة إلى استخدام النماذج المادية أيضاً. الكمبيوتر مفيد ، وهذا هو واقع لا يستطيع أن ينكره المعلمين. ومع ذلك ، يبدو أن أفضل حل هو التكامل المتناغم بين استخدامات الكمبيوتر والأساليب التقليدية.

14) هدفت دراسة أحمد إبراهيم، ( 2004) إلى قياس اثر برنامج حاسوبي مصمم لتدريس الهندسة الفضائية لطلبة الصف العاشر الأساسي في تحصيلهم الدراسي وقدرتهم على البرهان. بين العديد من الأسئلة التي حاولت هذه الدراسة الإجابة عليها، كان هناك السؤال التالي : هل يختلف تحصيل طلبة الصف العاشر في القدرة على البرهان الرياضي في الهندسة الفراغية باختلاف طريقة التدريس. تم تطبيق أدوات الدراسة على عينة استطلاعية مكونة من 27 طالب. وتم تدريس وحدة الهندسة الفراغية لطلبة المجموعة التجريبية باستخدام برمجية مخصصة في بداية الفصل الدراسي الثاني 2004/2003، وفي نفس الوقت تم تدريس نفس الوحدة لطلبة المجموعة الضابطة باستخدام الطريقة المعتادة في التدريس. من أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة، : يوجد فرق دال إحصائيا بين متوسط علامات طلبة المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية (بغض النظر عن الجنس).

15) دراسة ماثيوز و بريان ( Brian-2004،Matthews ) عملت إحصائيات عن الآثار المترتبة على مشكلة التعليم الأساسي في أي اكتساب للمعرفة من مهارات وقابلية في تعلم الرسم التقني. وفترضت أن هناك أثر إيجابي للرسم التقني التقليدي على معرفة ومهارات طلاب الهندسة.

16) روزيتي (Rosetti_2004) يعرض في كتابة عدة مزايا في استخدام الكاد مقارنة بتقنية التصميم التقليدي والتي يمكن تلخيصها على النحو التالي : فرصة تصحيح وتحديث الرسومات بسرعة أكبر، تسريع معظم عمليات الرسم المتكررة، وفي استخراج المعلومات، بالإضافة إلى ميزات فعالة مثل تمركز جميع عملية الإنتاج في قاعدة بيانات واحدة، والقدرة على طباعة نماذج أولية سريعة. من جهة أخرى في استخدام الكاد هناك أيضا بعض العيوب أو القيود: برنامج الكاد يتطلب ، في الواقع ، منهجية تصميم دقيقة والتي تؤثر على المستخدم في المرحلة الفكرية الأولى. ويضيف روزيتي (Rosetti_2004) في أخر كتاب لة ان برنامج الكاد يستند على مبادئ الهندسة الوصفية الراسخة والمقبولة عالميا، والفرق الوحيد بين مختلف البرامج هو وضع مستوى الرسم (UCS) الذي يمكن تغيره بالنسبة للمستوى المرجعي المطلق xy. في الإسقاط الموازي اتجاه الإسقاط دائما عمودي على مستوى الإسقاط الذي يتطابق عادة مع شاشة الكومبيوتر. لا يكفي إسقاط عمودي واحد للنموذج لوصفة

بالكامل. بحكم طبيعه برمجيات مثل أوتوكاد لا تنتج أي نوع من أنواع الاكسنومتري المائلة. وإذا لزم الأمر، يمكن اللجوء إلى برمجيات أخرى مثل ديكارت ( Cartesio)[1]. من ناحية أخرى ، برامج مثل أوتوكاد يمكن أن تنتج أنواع المنظور الثلاثة (بمستوى رأسي أو أفقي أو مائل). ويضيف أيضا أنة يكفي عمل مشهد ثلاثي الأبعاد بتحديد نقطة واتجاه النظر وزاوية اتساع مجال الرؤية. في الممارسة العملية ، استخدام المستويات ( Layers) المماثلة لاستخدامات الورق الشفاف، والتي يمكن إظهار أو إخفاء حسب الحاجة ، يسهل ويسرع العمل في العديد من الحالات عن طريق إخفاء ، مثلاً رسوم الأثاث، والمقاييس، والكتابات ...الخ، عندما لا يكون هناك الحاجة إليها. وفي كتاب أخر (Modellazione tradizionale e CAD) يقول أن دور النماذج في التصميم ... . حتى رسم المنظور -- حتى لو كان جيد التنفيذ -- لا يستطيع، سواء في مجال العمارة أو الهندسة الإنشائية ، إلا إيصال فكرة ضئيلة مما يمكن تحقيقه .النموذج "المادي" ، بالعكس ، يسمح للمفوض، الغير ملم بالرسم التقني ، مراقبة وتقييم مسبق للمشروع ، ليس فقط شكلياً ، بل أيضا جوهرياً وعملياً. النماذج الافتراضية يمكن إنشائها بجميع التفاصيل وإظهارها بشكل تفاعلي من أي وجهة نظر وبشكل تقريبا واقعي.

17) الطيبى، أحمد مسعد ( 2005) في بحثه " اتجاهات التعليم المعماري والتقنيات المستقبلية للثورة الرقمية"، يتناول تحسين العملية التعليمية في الجامعات العربية وبالأخص في رفع مستوى الهندسة المعمارية. ولذلك ، فإن أهداف هذا البحث تكمن في المحاولة لتحديد الاتجاهات في مجال التعليم في الجامعات المصرية في ضوء تقنيات الثورة الرقمية، وخاصة في تشكيلات التصميم المعماري ومن أجل تجنب السلبيات وتأكيد فوائد منهجية التعليم الجديدة .المدخل النظري لهذا البحث هو تسليط الضوء على اتجاهات منهجية التدريس كخلفية تاريخية، تليها دراسة لمعرفة مفاهيم التعليم المعماري في ظل التكنولوجيات الجديدة مثل الواقع الافتراضي، التعليم الالكتروني. تحليل مقارن لعدد من الجامعات في العالم لمعرفة الأساليب المستخدمة دوليا في تدريس التصميم المعماري. بهدف صياغة طريقة جيدة لتحسين العملية التعليمية في مصر. تليها عملية توثيق للنتائج المقترحة ومن ثم توصيات البحث.

18) بحث سبارليا ( Sbaragli Silvia 2006) قدم جانبا هاما من جوانب التدريب الهندسي للطلاب والذي يساعد على فهم أهمية المزايا التي تقدمها برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد في إظهار المفاهيم الهندسية بشكل تفاعلي ، ولذلك لا يمكن ان يكون هناك شكوك حول تفسير صورة هذه المفاهيم كما يحدث في الرسم ثنائي الأبعاد. وهذا يعني أنة لا يمكن للطلاب تفسير صورة نموذج ثلاثي الأبعاد بطرق مختلفة لأنة بواسطة الكومبيوتر يمكن للأستاذ ان يغير نقطه النظر بشكل تفاعلي لإظهار صور اخرى للنموذج، والتي من شأنها تبديد الشكوك في تفسير المفهوم الهندسي الذي يظهره هذا النموذج.

19) وقد درس باكو Bako)، (2006 الشروط المفيدة لاستخدامات الحاسوب في تدريس الهندسة المكانية. وفقاً لدراسته استنتج أن استخدام النماذج الملموسة لا يزال مهم للحصول على التعاريف الأساسية للهندسة والإدراك المكاني للمجسمات الصلبة. بعد تطوير المهارات الأساسية ، الكمبيوتر قد يكون له دور في تنمية الذكاء المكاني .وقال أن الكمبيوتر يمكن أن يساعد على تطوير العديد من

---

[1] ديكارت : برمجية من انشاء البروفوسور تريفيزان ( Trevisan) من جامعة فينيسيا ( IUAV)، حيث يمكن استيراد الامتداد DXF، لعمل الاسقاطات المائلة.

المهارات (ماير ، 1998). وفي الوقت نفسه ، وقال أنة لا يجب الإفراط في استخدام أجهزة الكمبيوتر ، وذلك لأن هناك حاجة لشرح المعلم، ولاستخدام النماذج وللعمل الفردي.

20) دراسة رانكوسكي و جالي ( M.، C. and Galey،Rankowski 2007 ) وضحت القيمة التعليمية للوسائط المتعددة التكميلية. من مجموع 187 طالب سنة الأولى هندسة، اختير عشوائيا 11 صف للاختبار . خمسة منهم تلقوا التعليم بواسطة الكومبيوتر والباقين تلقوا التعليم بالطرق التقليدية ولكنهم أكملوا نفس المفاهيم والتجارب. مقارنة البيانات لكل مجموعة دراسية بالنسبة إلى: - الكفاءة في الموضوع المقترح؛ - الإنجاز ؛ - تصور العلاقات المكانية ؛ و - قابلية نحو موضوع. [1]

21) هدفت دراسة مفيد أبو موسى ( 2007) إلى تقصي أثر استخدام إستراتيجية التعلم المزيج في تحصيل طلبة التربية في الجامعة العربية المفتوحة فرع الأردن. تكونت عينة الدراسة من طلبة من نفس الجامعة و بلغ عددهم ( 35) طالبا وطالبة. وبالاختيار العشوائي درست إحدى الشعب بإستراتيجية التعلم المزيج (مجموعة تجريبية) وبلغ عددهم (20) طالبا وطالبة، ودرست الشعبة الثانية بالطريقة التقليدية (مجموعة ضابطة) وبلغ عددهم ( 15) طالب وطالبة. أظهرت نتائج الدراسة فروقا بين تحصيل الطلبة ولصالح المجموعة التجريبية، وأوصت الدراسة بتعميم إستراتيجية التعلم المزيج في تدريس المساقات الجامعية في الجامعة العربية المفتوحة.

22) كتاب الباحث ( Isawi_2007) يواجهه نظريات الهندسة الوصفية أخذة في الاعتبار إمكانات أدوات الرسم الحديثة. أي انة بمجرد إنشاء نموذج رقمي معين ، يمكن الحصول بشكل تلقائي على معظم أنواع الإظهار الرسومية (الإسقاطات المتعامدة والمنظور والاكسنومتري ) . لذلك فمواضيع هذا الكتاب تضمن قبل كل شيء، القواعد الهندسية الأساسية لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد مختلفة وإظهارها بطريقة لا لبس فيها.

23) ماكلارين 2007. هذا العمل كحالة دراسية ، يوضح أن استخدام الأدوات التقليدية وتعلم الرسم التقنية اليدوي يعتبر تجربة قيمة ينبغي الحفاظ عليها كجزء مهم في التعلم والتعليم لبناء المعرفة وتطوير الكفاءة.

24) في بحث أكاسينا 2008 (Giuseppe Accascina) (قسم "أساليب ونماذج الرياضيات" في جامعة روما سابينزا ) تم تحليل الرسوم التي تم إنشائها في البرمجية كابري ( 3D) لتعليم وتعلم الهندسة الإقليدية في الفراغ على مستوى المدارس الثانوية. وقد تم التأكيد على أنه من الضروري أن استخدام على حد سواء البرمجيات والنماذج المادية. تم إثبات أن استخدام النماذج ، ربما افتراضية، لا يكفي لتعلم وفهم هندسة الفراغ ، ولكن يمكن أن يساعد في فهم مواضيع غير سهلة أو غير بديهية.

25) دراسة بوزنياك ( bosnyak 2008) ، على النقيض من شي وزملاؤه ( Shea-Lubinski-2001،Benbow )، اكتشفت أن طلاب الرياضيات ليس لديهم مهارات جيدة في الإدراك الفراغي. وللأسف ، فإن نتائج دانيهيلوفا (2000،Danihelová ) وتومبا (2001،Tompa ) أكدت نفس النتائج. حيث معظم أجوبة الطلاب كانت أقل من 50%. خلال تدريس الهندسة الفراغية في سلوفاكيا والمجر

[1] . لم يكن من الممكن قراءة دراسة رانكوسكي و جالي ( Rankowski, C. and Galey, M. 2007) ، بالرغم من اشتراك الجامعة الأردنية في مجلة ( springerlink)، حيث يوجد هذة الدراسة . وبالتالي كان من المستحيل معرفة اذا كانت نتيجة البحث لصالح المجموعة التجريبية أو التقليدية.

يلاحظ في كثير من الأحيان نقصا في القدرات الإدراكية للفراغ حتى في حالة الطلاب ذوي النتائج الجيدة في الرياضيات .لكن ما يمكن ان يكون الحل؟. كيف يمكن تطوير القدرة على إدراك الفراغ الهندسي؟.

26) أ ثبتت دراسة كروفت ( Frank M. Jr. 2008،Croft ) أن أنظمة كاد فعالة جدا في حل مسائل الهندسة الوصفية. كما أظهرت دراسات سابقة ،مثل برانوف (Branoff-2000) ، حلول مقنعة لمسائل الهندسة الوصفية باستخدام أوتوكاد ، سوليدووركس (SolidWorks) ، وبرو/انجينيير (Pro/Engineer). وأظهر أنة في كثير من الأحيان ، لا بد من استخدام أوامر وأساليب إنشاء لم تبرمج لهذا الاستعمال .ازدواجية الحل باستخدام برامج أخرى مثل (CADKEY) أو (IDEAS) قد تكون مرهقة لأن تقنية الإنشاءات قد لا تكون مباشرة . تشن (Chen-2000) في دراسة للإنشاءات المستوية والفراغية أثبت فعالية طريقة العمل في IDEAS ؛ ومع ذلك ، فإنه ليس من السهل تعاونه مع برامج أخرى مثل (CADKEY). كروفت 1998 يوضح ان كاد 3 الأبعاد هو أداة مفيدة جدا للهندسة الوصفية التي بحاجة لمجال النمذجة ثلاثية الأبعاد.

27) كتاب جوراني 2009 (Ieva Jurane) يتناول موضوع تطور وتحول مقرر الرسم الهندسي على مدى السنوات ال 15 الماضية. يحلل المؤلف مضمون مقرر هندسة وصفية والرسم الهندسي ورسومات الحاسوب ويوصف العلاقة بينهما. المؤلف يعطي أمثلة من مواضيع وإحصاءات ساعات وتتحدث عن تجربتها.

28) تركزت مقالة الزغول ( 2009) على تنمية أدوات وسائط متعددة لدعم تدريس دورة الرسم الهندسي لطلاب الهندسة في الجامعة الأردنية. استخدم المشروع مجموعة من الأدوات مثل المؤثرات الحركية (animations)، وأشرطة فيديو ورسومات والتي تم إدراجها بعد ذلك في موقع انترنت. الغرض هو مساعدة الطلاب من خلال التعليم الإلكتروني على تدريب وممارسة المهارات اللازمة للرسم الهندسي وفقا لدرجة وسرعة استيعاب كل طالب. هذا لأنة يتيح للطلاب تكرار عرض الإنشاءات الهندسية بما فيه الكفاية للوصول إلى فهم العمليات بشكل أوضح، مما يتيح لهم متابعة الدروس في أي وقت.

29) في دراسة داونز (Brian Wesley Downs-2009) تم بحث الاتجاهات الناشئة في مجالات تعليم الرسم التقني في الهندسة. ونص السؤال كان : *ما هو مستقبل تعليم الرسم الهندسي* ؟. المسح شمل المحترفين في مجال تعليم الرسم الهندسي في الولايات المتحدة . وقد أجريت الدراسة على عينة من ستة وخمسون معلم في قسم EDGD للرسم الهندسي ، والذين تم ا لاتصال بهم عن طريق البريد الالكتروني. وتم الحصول على استجابات المسح عبر الانترنت. بشكل عام ، تم التحقق من النتائج بمقارنتها مع نتائج البحوث السابقة 1998–2004. نتائج الدراسة أظهرت انخفاضا في تعليم الإنشاءات الهندسية والنمذجة الصلبة ثلاثية الأبعاد، وأشارت النتائج الى تغيُر في عمليات النمذجة وزيادة في استخدام المؤثرات الحركية في التعليم .انخفاض الطالبات المسجلين في مجالات الرسم الهندسي و زيادة لطلاب الأقليات .وأشارت النتائج إلى انخفاض في عدد المؤسسات التعليمية المتخصصة في مجال الرسم الهندسي . وعلاوة على ذلك ، أشارت النتائج إلى أنة مع مرور الوقت وتقدم التكنولوجيا، انتقلت مواضيع دورات الرسومات الهندسية من الطرق التقليدية إلى طرق جديدة ومستجدة . مخاوف المشتركة للمشاركين كانت تكمن في صعوبة التغيير في هذا المجال، وفقر

معلومات الطلاب المسجلين في هذا المجال. الاتجاهات المستقبلية المحتملة التي تم تحديدها في هذه الدراسة تشمل : تركيز التعليم على برمجيات الكاد 3 الأبعاد وعلى المؤثرات الحركية ؛ الهجرة من التدريس التقليدي إلى التدريب والتعلم على شبكة الإنترنت وعن بعد؛ تكيف المناهج الدراسية في مجال التعليم التقني والرسومات الهندسية مع التقدم الصناعي والتكنولوجي.

30) مقالة جوتيريز (Gutiérrez 2010) تقدم دراسة تجريبية لطلاب الهندسة المعمارية ، حول تأثير تدريس الهندسة الوصفية بالطريقة التقليدية وبواسطة برمجية ( software) ثلاثية الأبعاد مصممة لهذا الغرض. ثم مقارنه وتحليل المهارات المكانية بين الطريقتين. بالنسبة للأعمال الدراسية السابقة، المساهمة الرئيسية لهذا البحث هو تطوير نظارة عرض ثلاثية الأبعاد ( three-dimensional viewer). لدعم عملية التعليم، وتشجيع التعلم الذاتي. تطبيقات هذه البرمجية تحاول التغلب على العقبات الرئيسية التي يواجهها الطلاب عند قراءة كتاب للهندسة الوصفية، حيث تكون هناك رسومات ثنائية الأبعاد ثابتة وعالية التعقيد. تحقق النتائج المطلوبة يتم من خلال سلسلة من الخطوات لإنشاء بيئة تصور ثلاثي الأبعاد حيث يمكن للطلاب تغيير نقطة النظر بحرية. وانه من المهم ملاحظة أن الطلاب يظهروا درجة عالية من الرضا عن تجربة التعلم في بيئة ثلاثية الأبعاد، كما تؤكد نتائج تحليل الاستخدام.

31) ستاتشيل (Hellmuth Stachel) في مقالة يقول أن المعنى المتداول للهندسة الوصفية أصبح بشكل مغلوط المرادف للرسم اليدوي للأشكال الفراغية. كما هو الحال في العقود الأخيرة، تم استبدال الرسم اليدوي والأدوات التقليدية ببرمجيات الكاد، وكثيرا ما نسمع أن الهندسة الوصفية قد عفا عليها الزمن. ومع ذلك، هذا غير صحيح على الإطلاق : على العكس، فقط الأشخاص الذين لديهم معرفة عميقة بالهندسة الوصفية يكونون قادرين على الاستفادة الواسعة من برمجيات الكاد. وبقدر ما تكون البرمجيات متطورة، بقدر ما زادت الحاجة الى المعرفة الهندسية. المصمم المتوسط لن يصبح جيد فقط لأنة يستخدم الكاد بدلا من الأدوات التقليدية . الهندسة الوصفية هي طريقة لدراسة الهندسة ثلاثية الأبعاد من خلال صور ثنائية الأبعاد مما يتيح إدراك للهيكل وللخصائص المترية للكيانات الفراغية وللعمليات والمبادئ. تعليم الهندسة الوصفية يدرب الطلاب على القدرة في التفكير وتصور الفراغ. الرسومات هي الدليل إلى الهندسة ولكنها لا تمثل الهدف الرئيسي.

32) بوز ٢٠٠١ (Claus Putz) يلخص مقالة بما يلي: المهمة الرئيسية لتدريس الهندسة الوصفية للمهندسين المعماريين في الجامعة هي التدريب على التفكير ثلاثي الأبعاد. في الوقت الحاضر النظام الجامعي يتجاهل تماما تشجيع هذه المهمة. هناك الحاجة إلى بذل جهد كبير لإعداد طلاب السنة الأولى لمهمة التصميم في الفراغ ثلاثي الأبعاد، ولهذا فالتفكير المجرد للهندسة الوصفية هي الوسيلة المثالية لهذا الغرض. الطلاب يدركون هذا فقط في وقت لاحق ، لأن المواضيع والمهام التي تستخدم ترتبط مباشرة بالهندسة المعمارية. للحفاظ على مستوى عال من الدوافع التي لا غنى عنها في ممارسة الخيال والتفكير ثلاثي الأبعاد. مصدر القلق الرئيسي من هذا البحث هو إثبات أن المبادئ المنهجية التعليمية المختلفة تتحسن بشكل عام بتعلم طريقة مونج : تجزئة مشكلة معقدة إلى عدة مهام أساسية مجردة ، إظهار كل المسائل الهندسية بواسطة نماذج ورسوم توضيحية، الحركة التفاعلية بواسطة الكومبيوتر، وإظهار العناصر الرسم الأساسية وشرح أهميتها.

في الجامعات الأردنية لا توجد دراسات إحصائية تتعلق بتقييم طريقة تدريس مقرر الهندسة الوصفية باستخدام الفراغ الافتراضي. وذلك ربما يعود لاسباب مثل شمولة مواضيع عديدة، بدءا من المفاهيم الأساسية للخط والمستوى حتى عمليات التصنيع المادي للنماذج ثلاثية الأبعاد. ولذلك فالهندسة الوصفية وفقا للجامعة والتخصص قسمت إلى عدة مقررات وفي بعض الاحيان بتسميات متناقضة مع محتويات نفس المقررات. بالإضافة إلى أنه في الآونة الأخيرة شهد هذا المقرر تحول وتطور مستمر في محتوى التدريس وفي الأدوات لمستخدمة وهذا يجعل من الصعب عمل إحصائية أخذة في الاعتبار جميع هذه المتغيرات. بدراسة الدراسات المماثلة لمقررات مثل تلك التي أجريت في العديد من البحوث نجد نتائج متناقضة. مثلا باستعراض دراسات مماثلة متعلقة بمقررات تقريبا مستقرة في المحتوى نجد دراسة سرحان والتلاحمة (2008) المتعلقة بفاعلية استخدام الحاسب الإلكتروني في تدريس المساحات، حيث النتائج نصت على أنه لا توجد فروق بين تحصيل مجموعتين من الطلبة :تجريبية وتقليدية. التجريبية تعلمت المقرر المعني باستخدام الحاسب الإلكتروني والأخرى بالطريقة التقليدية. وقد جاءت نتيجة دراسة سرحان (2008) متفقة مع بعض الدراسات العربية السابقة منها دراسة حمزة ( 2000) ودراسة جبيلي (1999)، كما اتفقت نتيجة هذه الفرضية مع دراسات أجنبية منها دراسة لوبيز ( Lopez_1992). فيما خالفت هذه النتيجة دراسة أبو يونس (1996)، ولعل هذا الاختلاف يعود إلى عوامل تعود الى كيفية تنفيذ التجربة أو في الحسابات الخاصة بها.

**منهج البحث**

منهجية هذا البحث تتلخص في دراسة تحليلية لمبادرات مماثلة في الجامعات العربية والأجنبية ؛ وفي دراسة كتب ومقالات منشورة حول هذا الموضوع؛ وفي تنفيذ مجموعة متنوعة من التطبيقات الحاسوبية للهندسة الوصفية بهدف تصنيف المواضيع والمفاهيم والأساليب حسب الأهمية العملية (ضرورية، عامة أو غير مهمة).

فكرة البحث تكمن في إيجاد وسيلة جديدة لتدريس الهندسة الوصفية باستخدام أداة تكنولوجية فعالة وسهلة الاستخدام مثل أوتوكاد- حيث تم إنشاء جميع النماذج ثلاثية الأبعاد التي استخدمت في هذا البحث- الذي يسمح بعرض مفاهيم الهندسة الوصفية بطريقة بسيطة باستخدام النماذج ثلاثية الأبعاد. تحديث الهندسة الوصفية ينبغي أن يأخذ في الاعتبار التراث الثقافي العظيم لهذه المادة ، والتقنيات الجديدة على حد سواء. للقيام بذلك ، في رأيي ، أوتوكاد هو أفضل المنتجات المتوفرة حاليا.

بما أن الهدف الرئيسي للهندسة الوصفية يتمثل في تعليم الطالب على ممارسة التفكير في إدراك الفراغ والتحكم به بطريقة لا لبس بها من الناحية المترية والإدراكية على حد سواء . فان منهجية البحث تستند إلى ما يلي:

1. استطلاع وتلخيص الحلول المقترحة على الصعيد العالمي بالنسبة لتجديد الهندسة الوصفية، وشمل تحليل دقيق لبعض المحاولات المبكرة في تكوين الهيكل الجديد لهذه المادة.

2. تحليل الوضع القائم لتدريس مقررات الرسم في الجامعة الأردنية ومقارنته بنظيراتها في عدد من الجامعات المحلية والعربية والدولية. وخصوصا الجامعات التي اهتمت في السنوات الأخيرة بعمل بحوث لتجديد مقرر الهندسة الوصفية. هذا التحليل يتضمن مقارنة لمواضيع مثل محتوى البرنامج الدراسي والوقت المكرس لتدريس مثل هذه البرامج.
3. توضيح إمكانيات أدوات الرسم الرقمية ومزايا النمذجة ثلاثية الأبعاد في تسهيل مهمة تعليم وتعلم المفاهيم النظرية وتطبيقاتها في الفراغ الافتراضي بشكل بديهي وتفاعلي.
4. تصنيف التقنيات التقليدية للهندسة الوصفية ( ضرورية وعامة) حسب الإمكانيات الجديدة التي تتيحها أدوات الرسم الرقمية ( Digital drawing tools)، وهذا يتم من خلال تطبيق إنشاءات هندسية في مجالات النمذجة ثلاثية الأبعاد والإظهار ألرسومي بدرجات متفاوتة من الصعوبة.
5. استطلاع بعض المسائل الكلاسيكية للهندسة الوصفية وحلها بواسطة تقنيات الرسم الرقمية. هذه المسائل قد تصنف لمجموعتين : –المجموعة التي تجد ، في نمذجة الحاسوب ، حل فوري كما هو الحال في تحديد التقاطع بين سطحين، والمجموعة التي تتطلب عملية إنشاء تحضريه، مثل تحديد محور وراسم سطح مكافئ. المجموعة الأولى تقدم اهتمام محدود لأن الحل يرتبط ارتباطا وثيقا بتمثيل الأشكال ، مثلا في حالة التقاطع بين سطحين الاهتمام يقتصر على تمييز الشكل وتصنيف خط التقاطع (ثنائي او ثلاثي الأبعاد). المجموعة الثانية تقدم اهتمام أكبر لأن الحل لا يتطلب فقط المعرفة بخصائص الأشكال المعنية بل أيضا بجميع الإنشاءات الهندسية التحضيرية التي تمكن باستخدام الحاسب من الحصول على النتائج المرجوة. في هذا المعنى مسائل المجموعة الثانية تمثل مراجع لعمليات التصميم والقدرة التكوينية والتصور والتحكم بالفراغ الهندسي وبأشكاله المختلفة.

ملاحظات أخرى: (تقتضيها طبيعة البحث)

لا بد من دراسة مشكلة تدريس مواد الرسم الهندسي والهندسة الوصفية وحلها عن طريق مواجهة مسائل النمذجة ثلاثية الإبعاد للأسطح الهندسية المختلفة وطرق إظهارها. الهدف من هذا هو تصنيف مواضيع ومفاهيم الهندسة الوصفية وفقا لأهميتها النظرية والعملية. هذا التصنيف يمكن أن يكون كالتالي :

- مواضيع هامة في عمليات النمذجة والإظهار على حد سواء
- مواضيع ذات أهمية عامة في عمليات الإظهار، على سبيل المثال ، معرفة موقع مركز النظر (View point) ، وميلان مستوى الإسقاط هي عناصر أساسية لإنشاء منظور ملائم للغرض الذي أنشئ من أجلة.
- مواضيع غير مهمة، تجاوزتها استخدامات أدوات الرسم الرقمية ، ويمكن حذفها أو ذكرها كتطور تاريخي لتقنيات الرسم .

كما قلنا سابقاً، منهجية حل مسألة تدريس مقررات الرسم اليوم ، تكمن في مواجهة مختلف تقنيات النمذجة والإظهار ، وفي نفس الوقت مواجهة المفاهيم النظرية للهندسة الوصفية التي تبرر هذه التقنيات .

# الفصل الأول: نبذة تاريخية وعلمية للرسم

ملخص: هذا الفصل يشمل لمحة سريعة عن الرسم على مر القرون. تحديد مسار تاريخي للرسم يعني مراجعة البحوث في مجال الإظهار المرئي وعلاقته بتطور الأفكار والثقافات عبر العصور. وكما قال غاسبار مونج في القرن الثامن عشر عن القيمة العلمية للهندسة: "هدف الرسم هو التماس الحقيقة" (Monge_1798). الرسم في عصور ما قبل التاريخ يبدو خال تماما من النظم والقواعد الهندسية. الرسم ما زال يعتبر أداة للتعبير في عدة مجالات مثل التصميم والبناء ، وكيف تطور في الأساليب والأدوات محافظاً على دوره المركزي في مجال التواصل. بيانات الكمبيوتر اليوم تتيح فرص ومجالات جديدة للتطبيق. وباختصار ، مجال العمل بدلاً من الانكماش نتيجة لأتمتة إجراءات التنفيذ، يتسع ليشمل آفاق جديدة ، حيث الإبداع يجد طريقة للتعبير عن نفسه بواسطة وسائل تواصل جديدة جذورها راسخة في تاريخ العلم والمعرفة.

## 1-1 مقدمة

ما هي الجوانب المشتركة بين الرسومات المنحوتة على جدران منحدرات فال_كامونيكا ( Valcamonica) (شكل1/1) والإظهار ثلاثي الأبعاد لنموذج افتراضي، خلال 2500 سنة التي تفصل بينهما؟. كلاهما يمثلان إظهارات رسومية تهدف إلى بث معلومات بصرية. أن تكون ملونة أو أن تمثل علامة تشير إلى درجة الحرارة، أو رأس ثور الذي بعد الكثير من التعديلات لم نعد نتعرف عليه في شكل حرف A ، ولكنها تذكرنا إلى أن الكتابة هي شكل من أشكال الرسم . (Chirone، E. Tornincasa، 2004..S)

الإظهار ألرسومي يسير في طريقين متوازيين، واحد يعتمد على تمثيل الواقع كما نراه، والآخر يعتمد على اتفاقيات ورموز تهدف إلى بث معلومات لأغراض مختلفة، مثل الرسم التقني . كما هي الكتابة، الرسم التقني يمثل إمداد للعقل البشري والوسيط الذي يسمح بحفظ ونقل المعرفة من الناحية الإنشائية . لتحقيق هذا الهدف قدمت على مر القرون تقنيات وقواعد مرتبطة بتطور متطلبات التصميم بواسطة الرسم.



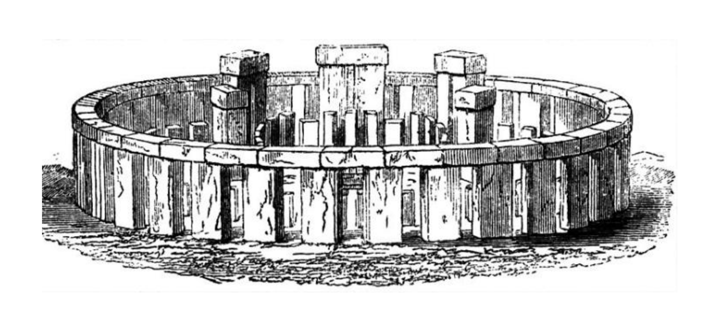
شكل1/1: نقوش في وادي كامونيكا، إيطاليا ( Val camonica)- العصر الحديدي (القرن الثاني عشر قبل الميلاد). (Fusco_1999)



شكل2/1: غاسبار مونج (1746-1818)، مخترع الهندسة الوصفية. (ويكيميديا كومنز)



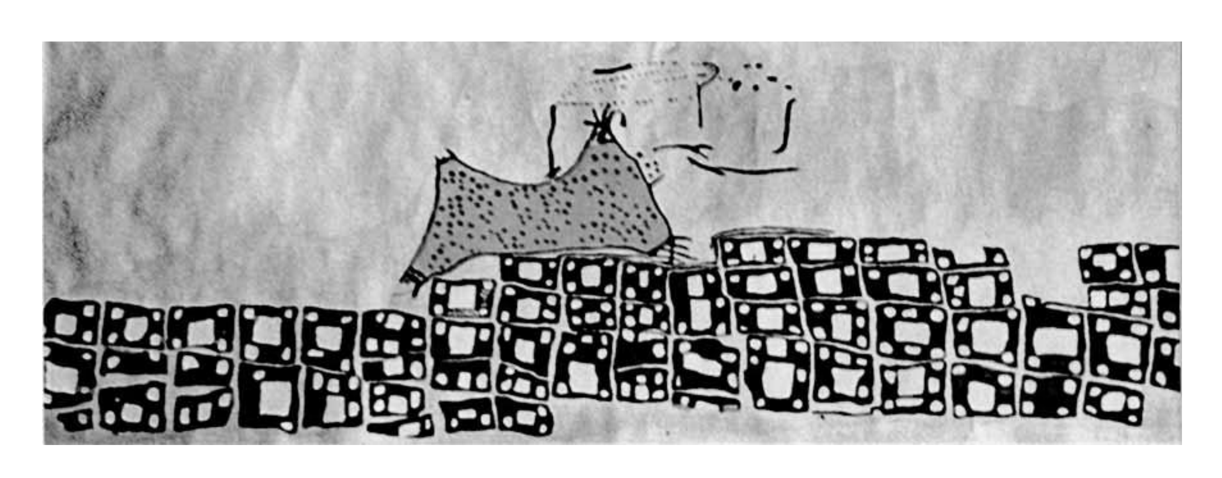
شكل3/1: الجيوغليف (geoglyphs) او اللوحات الأرضية، تشير إلى رسومات على الأرض. مثلا خطوط نازكا (Nazca Lines) تقع في صحراء البيرو ، وتغطي مساحة 450 كيلومتر مربع. (ويكيميديا كومنز)



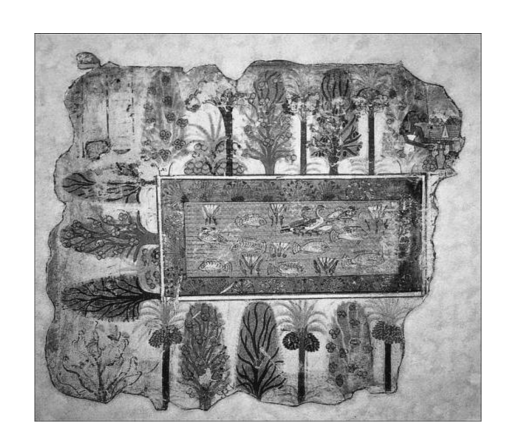
شكل4/1: ميغليث ستونهنج (Stonehenge) يرجع لعصر ما قبل التاريخ (3000- 1000ق.م ) ، يقع جنوب غرب إنجلترا. (ويكيميديا كومنز)

الرسم هو أداة مهمة في كل مرحلة من مراحل تنفيذ أي مشروع (من التصميم وإعداد أرض المشروع وعمليات الإنشاء). أساليب الإظهار الهندسي والاتفاقيات المستخدمة اليوم تعتبر حديثة العهد نسبياً، وهي ناجمة أساساً في أوائل 1800 من عمل غاسبار مونج ( Gaspard Monge) (شكل 2/1) ، الذي أعاد

صياغة منهجيات سابقة (Emmer.2010). ومع ذلك، ولهذا الدور المركزي للرسم، لا يمكن إنكار وجود تقنيات للإظهار في أوقات بعيدة جداً. لأنه لا يمكن تفسير بعض الأعمال مثل الجيوجليفية (شكل3/1) والمغليثية (شكل 4/1) ، فقط لذكر مثالين لافتين للنظر، دون القدرة على التفكير واستغلال التناسب بين النموذج وتحقيقه النهائي ودون القدرة على إجراء قياسات دقيقة على الأرض سواء للمسقط الأفقي أو الواجهات. بالرغم من أن هذه الأطروحة لا تركز على موضوع نشأة تقنيات الإظهار ولكن من المهم تحليل بعض الموارد النادرة التي تثبت مثل هذه الممارسات.



شكل5/1: نسخة للمسقط الأصلي لمدينة كاتال هيوك (Höyük Çatal) ، حيث يمكن ملاحظة هيكل البلدة وبركان بمحاذاتها. وربما يكون جبل حسن ، الذي لا يزال مرئي حتى الآن من كاتال هيوك. البلدة التركية هي واحدة من أولى المدن الحقيقية في العالم والتي بدأت منذ حوالي 10000 سنة وقد بلغ عدد سكانها حوالي 5000 نسمة. (The digital magazine of InfoVis.net)



شكل6/1: حديقة نيبامون .(Nebamun) لوحة جدارًيه من 1400 قبل الميلاد من قبر في طيبة.
(المتحف_البريطاني،_لندن،المملكة_المتحدة)



شكل7/1: لوحة قاعة الأقنعة (Mysteries Villa). بيت أغسطس في روما. (فينزي_2008)

تحديد مسار تاريخي للرسم يعني مراجعة البحوث في مجال الإظهار المرئي وعلاقته بتطور الأفكار والثقافات عبر العصور. وكما قال غاسبار مونج في القرن الثامن عشر عن القيمة العلمية للهندسة في كتاباته أن "هدف الرسم هو التماس الحقيقة ". إظهار الفراغ في عصور ما قبل التاريخ يبدو خال تماما من النظم والقواعد الهندسية. واحدة من خصائص الرسم في عصور ما قبل التاريخ هي في إظهار الطبيعة

جامعة بين رسومات مأخوذة من عدة نقاط نظر ، دون قواعد ثابتة ولكن من خلال إتباع تعبير حر مُملى فقط من موهبة الرسم. بعض أقدم رسومات كهوف لاسكو في فرنسا و كهوف التاميرا في إسبانيا ، والتي يعود تاريخها إلى 15000 / 10000 قبل الميلاد تشهد حرية تعبيرية خالية من الجمود الهندسي وقادرة على الجمع بين قيمة تواصل الأثر وثراء تعبيرية الألوان .

### *1-2- أولى استخدامات الهندسة*

أول شهادات البحث عن نظرية تطبيق الهندسة في الرسم وردت من بلاد ما بين النهرين .حيث استنتج من الاكتشافات الأثرية استخدام قواعد إظهار بديهية كان واضح فيها استخدام صحيح لرسومات مشابهة لطريقة مونج ( Mario.2005،Docci). تصوير الفراغ بدأ كنظام من خلال أعمال عدة ثقافات في الشرق الأوسط (مصر وبلاد ما بين النهرين، كريت) والتي على الرغم من أنها متصلة أيضا بموهبة الرسم، فهي تستخدم الهندسة كعنصر أساسي في الإظهار. وعلى وجه الخصوص، الأشكال وضعت وفقاً لمركزين إسقاط (أفقي ورأسي) مرتبة بطريقة دقيقة في سياق المشهد الممثل. كما هو الحال في لوحة " حديقة نيبامون، 1400 قبل الميلاد، حيث يلاحظ طريقة إظهار هندسية في ترتيب عناصر المسقط الأفقي (المستتقع) والواجهات (الأشجار محاذية لبعضها البعض) .

### *1-3- العصر الكلاسيكي*

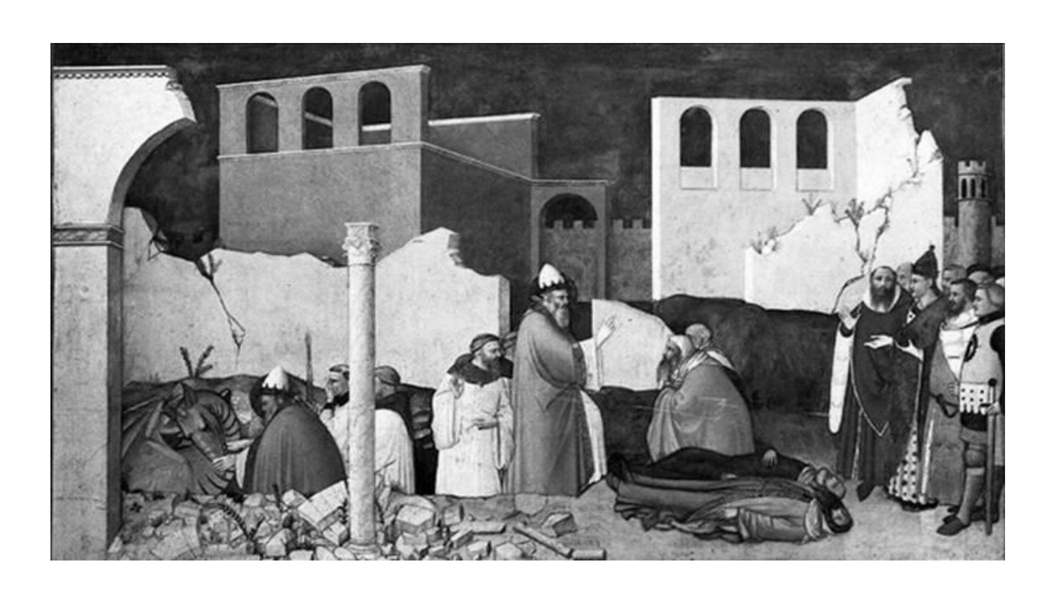
مصطلح يُشير إلى الفترة التاريخية ( 500 / 323 ق.م)، حيث انتشرت الحضارة اليونانية في البحر الأبيض المتوسط، وشرق أوروبا وآسيا. منذ هذه الفترة الترميز وأدوات الإظهار أصبحت وسيلة للتغلب على صعوبة تمثيل الأشكال ثلاثية الأبعاد على سطح مستوي.

دراسات هندسية هامة أجريت من قبل تاليس من ميليتس (Thales 624-548 BC) ، وأناكسيماندر (Anaximander) 610−− 546 ق.م ، فيثاغورس ، وأرخميدس وإراتوستينس (Eratosthenes) شكلت أساسيات البحوث التي قام بها اللاتينيون في القرون اللاحقة. في الفترة الكلاسيكية كان هناك دوراً أساسياً لدراسات الإظهار التي قام بها إقليدس (Euclid) ، وفي كتاباته التي يعود تاريخها إلى القرن الثالث قبل الميلاد ، حيث وصف آلية الرؤية البصرية عن طريق إدخال مفهوم " الهرم البصري" (F. 2001،Camerota ). في بعض المشاهد التي رسمت في فيلا الألغاز (Mysteries Villa) في بومبي (Pompei) وغيرها من الأعمال التي نفذت خلال الإمبراطورية الرومانية ، هناك إنشاءات هندسية يمكن أن تعتبر تقريب جيد للإسقاط المركزي (المنظور) بنقطة تلاشي واحدة. هذه المفاهيم طبقت بشكل كامل في نهاية القرن الرابع عشر، عندما البصريات حررت أبحاثها من تدخل الميتافيزيقا. (Scolari.1984)

### 4-1- فترة العصور الوسطى المتأخرة

بعد التمثيل ثلاثي الأبعاد استمر استخدام مجموعة من الإجراءات التجريبية الاكسنومترية بطريقة بديهية، مع الحاجة إلى تمثيل الشخصيات المهمة بحجم أكبر. من المبادرات الهامة في تطبيقات المنظور الفني ظهرت في أعمال العديد من الفنانين مثل جوتو ( Giotto). قبل إدخال نظرية دقيقة بشأن هذه المسألة . (Argan. Bruno.1981)

في هذه الفترة (القرنين الرابع عشر والخامس عشر ميلادي) هجرت مسألة البحث عن إظهار الواقع ثلاثي الأبعاد ، لصالح العودة إلى نوع من الرسم ثنائي الأبعاد. تم استبدال عمق المشهد عن طريق التواصل بين الأشكال وباستخدام مستوى واحد لرسم جميع عناصر الإظهار. التخلي في التشكيل عن وهم الفراغ ، في القرون الوسطى أدى إلى تراجع بالنسبة للتكامل الذي حققه الإظهار الكلاسيكي. من بين الوثائق المهمة في القرون الوسطى ملاحظات فيلارد دي هونكورت (Villard_de_Honnecourt) ، في القرن الثاني عشر، التي توثق بناء الكاتدرائيات في فرنسا، وتبين أيضاً أن الإظهار في تلك الفترة كانت يعتمد على الرسم ثنائي الأبعاد .



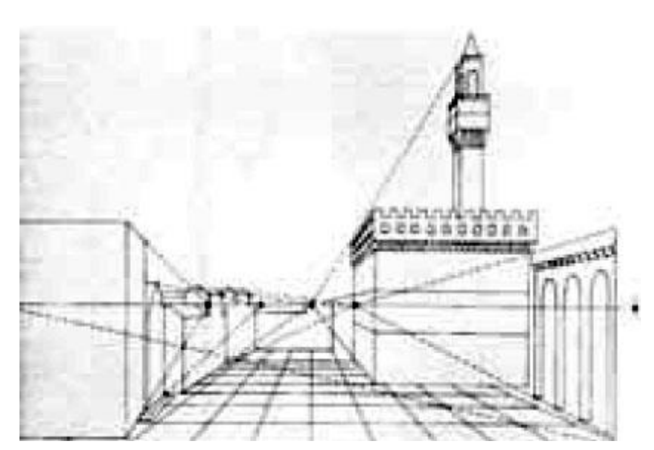
شكل8/1: ماسو دي بانكو (Maso di Banco-1341-1346) لوحة للمصلى باردي (cappella Bardi) في كاتدرائية سانتا كروشة في فلورنسا. (ويكيميديا كومنز)

بسبب هذا التراجع تدفقت بقوة أعمال فنانين جدد مثل جوتو (Giotto di Bondone) الذين تخلوا عن عقم الإظهار المستوي وبدأوا بوضع تعريفات جديدة للإظهار الفراغي. جيوتو، من خلال عمله، أثبت استخدام مناسب لأساليب الإظهار ألمنظوري (De Fiore. 1967). بما في ذلك المنظور بنقطة تلاشي واحدة، ولكن استخدمها دائما وفقا للتكوين بهدف اقتراح وتوضيح معاني دقيقة (Mirri.1992). مع هؤلاء الفنانين تم تعريف فراغ جديد حيث يوجد مستوى تشكيل يبين عمق المشهد وتسلسلاته الهرمية .

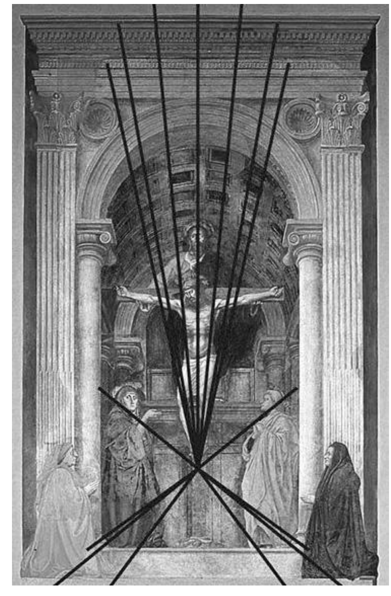
### 1-5- عصر النهضة

في هذا العصر (القرون 14 – 16) الهندسة الإسقاطية ركزت على دراسة المنظور التي بدأت تأخذ خصائص العلوم المتصلة بمبادئ الرؤيا واستمرت في استخدام الإسقاطات المتعامدة بشكل حدسي، على الرغم من عدم وجود تفسير نظري لمحتواها، فنانين ومعماريين أثبتوا كفاءتهم في تطبيق هذه الأساليب من الإظهار. ويجدر الإشارة إلى أن الاهتمام والبحث المخصص لأسلوب المنظور، قلل بما لا يقل عن قرنين من الزمن تنمية ودراسة الإسقاطات المتوازية (De Rosa. Sgrosso.2002). البحث في أساليب مثل المنظور توجهت نحو دراسة المصفوفات الهندسية لتحديد النقاط المهمة التي تمثل المشهد.

جدارة التوجيه الصحيح للجهود التي بذلها جيوتو في أعماله ينبغي أن يُعطى لمجموعة مختارة من فنانين الفترة المبكرة من القرن الخامس عشر (فيليبو برونليسكي ، مازاتشو، ألبيرتي ، بييرو ديلا فرانشيسكا). برونليسكي يدرك قيمة وإمكانات الإظهار المنظوري، مازاتشو يطبق النظريات وفي 1443 ألبيرتي (Leon Battista Alberti1404–1472) رمز المحتوى في عملة دي بيكتورا ( De Pectura) . وأخيرا بييرو ديلا فرانشيسكا ، ، وصف عملية سميت "الإنشاء الشرعي"، على أسس مبادئ البصريات الإقليدية. وشارك أيضا في وقت لاحق ليوناردو دافينشي (1452–1519م) ،سيرليو لوكا وباتشولي، وألبرخت دورير (Dürer Albrecht-1471–1528). وبهذه الطريقة الإظهار ألمنظوري (Perspective) وصل إلى تدوين كامل قبل قرنين من أسلوب الإسقاط الموازي (Axonometry) وهذا يعود لسبب بعدها عن التجريد وقربها من الصورة الحقيقية. (De Fiore._1967)



شكل9/1: فيليبو برونليسكي لوحة منظورية لساحة ديلا سينيوريا. (Damisch،1992. Hubert)



شكل10/1: مازاتشو (1427) "الثالوث". كنيسة سانتا ماريا نوفيلا في فلورنسا. (ويكيميديا كومنز)

### *6-1 الهندسة الوصفية الحديثة*

في القرن الثامن عشر كان هدف الدراسات في الهندسة الإسقاطية هو توفير أدوات علمية للتطبيقات الفنية والتقنية والإظهار .الرسم بحث عن أسس جديدة وصارمة والتي لأكثر من قرن أوجدت رموز الهندسة الوصفية .

أسس الهندسة الوصفية الحديثة حددت من قبل غوارينو غواريني ( Guarino Guarini) ، الذي كان أول من ملأ هذه الفجوة والذي في القرنين الماضيين فصل الفن والرياضيات بما يتعلق بتقنيات الإظهار. المهم في هذا الصدد، هو صياغة كتاب عن الهندسة الفراغية (stereotomy) [١] والذي يعد من أول الدراسات عن الإسقاطات المتعامدة. هذا العلم يمثل بديلاً لتقنيات بناء أخرى تعتمد على استخدام قطع صغيرة من الحجارة (أو الطوب) لإنشاء هياكل هندسية معقدة.

حول نفس الموضوع ، في القرن السادس عشر والسابع عشر نجد دراساتلدورير (1538) ، ولجيرارد ديساركس (Girard Desargues) 1636 وأتباعه اللذين ، أولاً ، وضعوا وجهة نظر رياضية ، بدءاً من علم قطع الحجارة، وبصورة عامة ، في دراسة علم المِزولة (gnomonica) وتطبيقاته العملية. المزولة هي عبارة عن أداة لمعرفة الوقت من خلال ظل عصا، الذي يكون أقصر ما يمكن عند الظهـــيرة . اكتشف المسلمون المزاول إبان توسعهم في العالم اليوناني في القرن السابع الميلادي. وكان استخدامها لقياس الوقت ولتحديد أوقات الصلاة، وساهم الفلكيون المسلمون بشكل جوهري في هذا العلم من الناحيتين النظرية والتطبيقية معاً (Braconnier.1851)

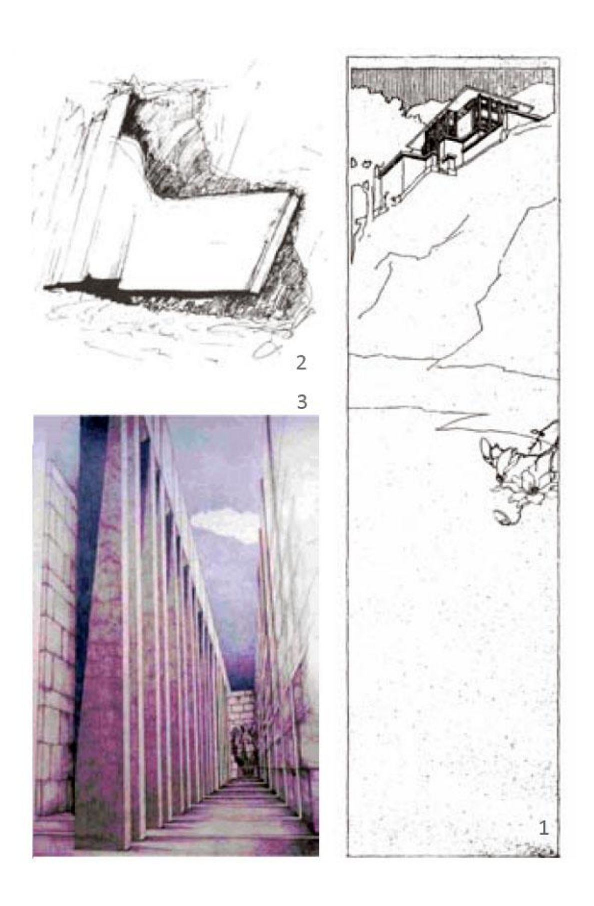
تدوين الإسقاطات الموازية في نهاية القرن الثامن عشر نُفذ كمرجع علمي في النص " الهندسة الوصفية " من تأليف غاسبار مونج 1799 (Gaspar. 1798،Monge) . وكان الفضل الأساسي لمونج هو في تجديد دراسات الهندسية كمادة ، التي بدءاً من الجوانب الصارمة للبحوث الرياضية ، قدمت طريقة صارمة تسمح بإظهار مجسمات ثلاثية الأبعاد على ورقة الرسم ثنائية الأبعاد. جنبا إلى جنب مع تعزيز أساليب إسقاطات مونج والمنظور قُدم أسلوب جديد سُمى "المنظور الموازي" (أو الإسقاط متساوي القياس) والذي يقوم على مبدأ إسقاط كيان ثلاثي الأبعاد على مستوى من مركز نظر لانهائي. الإسقاطات الناتجة من استخدام أسلوب الإظهار الجديد ، خلافا للصورة المنظورية ، قابلة للقياس مباشرة. (Monge. 1798)

---

[١] علم قطع الحجارة ( Stereotomy) من اليونانية : ستيريو صلب و تومي قطع) يشير إلى مجموعة من المعارف والتقنيات الهندسية التقليدية المتعلقة برسم وقطع كتل الحجارة وتجميعها لإنشاء هياكل معمارية معقدة مثل (الجدار، القبو، القوس، الخ ). هذا العلم يمثل بديلا لتقنيات بناء أخرى تعتمد على استخدام قطع صغيرة من الحجارة (و/أو الطوب) لإنشاء هياكل هندسية معقدة. في هذه الحالة يمكن الحصول على استمرارية السطوح بفضل صغر حجم الحجارة وكثرة المفاصل بينها. (Trevisan, 2000 )

### 7-1- الفترة الحديثة

البحث في القرن العشرين، وسع تطبيقات الهندسة الإسقاطية على المسائل مختصة بالتصميم المعماري ودمج تقنيات التصوير (تركيب الصور Photomontage -، مساحة تصويرية -Photogrammetry)، وفيما بعد النظام الرقمي واستخدام الأفلام الفوتوغرافية هناك محاولة للتغلب على الإظهار الثابت من خلال تسلسل الحركة بهدف الوصول إلى التحكم الوقائي للتصميم المعماري.




شكل11/1: رايت 1905، منظور بيت هاردي .(Hardy House) ء 2– ألفار آلتو (1929) رسم لكنيسة سان فرانشيسكو في أسيزي 3– جوزيف تيراني الدانتوم (1942) هو نصب غير مبني تكريما لدانتي أليغييري (Dante Alighieri) بناء على طلب من حكومة بنيتو موسوليني الفاشية منظور. ( L. Thomas .1996،Schumacher )

تطور البحوث في علم الإظهار وفقا لفترات مختلفة إلى حد ما تبعت تطور العمارة والفنون التطبيقية خلال القرنيين الماضيين. حسب بعض الدراسات حول تطور العمارة الحديثة ، الفترة منذ النصف الثاني من القرن التاسع عشر حتى نهاية القرن العشرين يمكن تقسيمها إلى أربع فترات ذات خصائص محددة: * النزعة التاريخية الجديدة 1850–1890؛ * طلائع تاريخية 1890–1918؛ * العقلانية 1919–1968؛ * الطراز الدولي ، العمارة العضوية، الأممية 1969–2004 (مرحلة ما بعد الحداثة تقنية–عالية – التفكيكية).

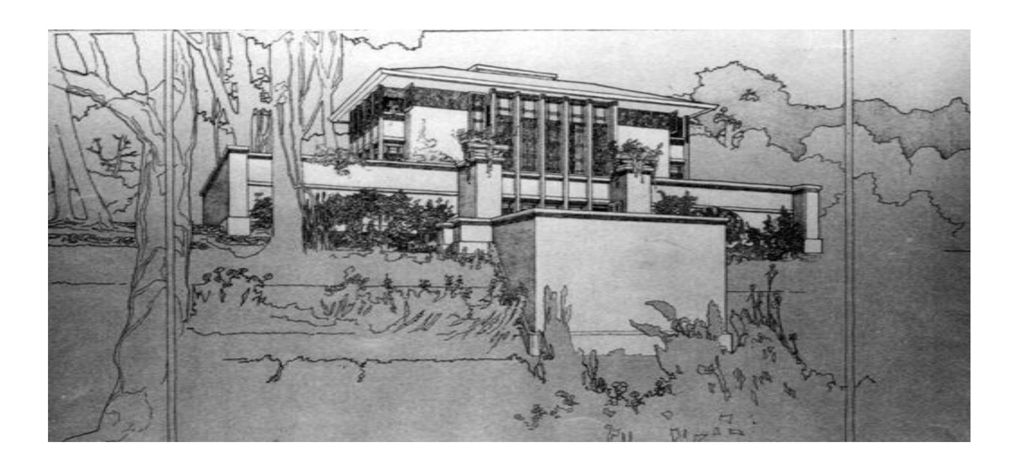
في بداية القرن العشرين كان هناك البحث عن تعبير جديد وابتكارات تصويرية . كتب جيدون (Giedion، Siegfried .1861_): "لقد كانت لوحات الفن التكعيبي أول من أعطى الفكرة الفراغية للعصر الحالي ولاكتشاف لغة تصويرية جديدة".

البحث عن تعبير تصويري جديد يُبرز أسلوب الإسقاطات الموازية (او الاكسونومتري) ، على النقيض مع التعبير المعماري المحدد حتى ذلك الحين باستخدام واسع للإسقاط المركزي، الاكسونومتري سمح بقراءة فكرة المشروع بشكل كامل، وبدون رسومات إضافية مساعدة . على أعقاب تجارب رس ومية لطليعة المجموعات المعمارية في أوروبا، نشأت مجموعات جديدة حددت بشكل دائم الانتقال إلى هذا التعبير الجديد وتمثيل الفراغ بطريقة لا يمكن تحقيقها بواسطة المنظور. (D'Auria._De Fusco.1992)

مدرسة باوهاوس ( Bauhaus) ، التي أسسها المهندس المعماري الألماني والتر غروبيوس ( Walter Gropius 1883-1969)، كرست الوقت والجهد في البحث الدائم عن خلق "عمل فني تام " (Gesamtkunstwerk)، أي دمج جميع الفنون النحت والرسم والفنون الزخرفية والهندسة المعمارية في فن واحد (Eugen 2006،Gomringer). بشكل موازي ، في إطار يهدف إلى تحقيق تعبير حديث وجديد ، كانت مساهمة كوربوزييه مهمة حيث وضح في رسوماته الكثير من الأفكار والبحوث النظرية.

على النقيض من الأشكال مسبقة الصنع والجامدة من أعمال العقلانية الأوروبية ، الرسم العضوي يبني تعبيره من خلال :

- سيادة الجانب الحدسي على الجانب العقلاني ؛
- ديناميكية التكوين ؛
- مركزية الإظهار المنظوري؛
- الانتباه إلى الطبيعة والبيئة من صنع الإنسان.



شكل12/1: رايت 1905، منظور بيت هاردي (Hardy House). ( Mark .2006،Hertzbreg )

رايت (Frank Lloyd Wright) هو الذي نشر في الولايات المتحدة طريقة جديدة للإظهار العمارة، التي أثرت على أجيال من المعماريين ليس فقط في الولايات المتحدة. طريقة إظهار مشاريعه تدل على التأثير القوي للرسومات اليابانية ، مع استخدام معين للخطوط والألوان. معلم آخر للعضوية الشعرية ألفار آلتو (Alvar Alto) ، المعماري الفنلندي الذي وجه دائما أنشطته التصميمية من أجل إيجاد أفضل الحلول للمشاكل الفردية والتحقق من العلاقات المعقدة بين البنية والشكل، والبناء والطبيعة.

### 8-1 الاتجاهات المعاصرة

آخر التجارب العقلانية انتهت في أواخر الستينات ، عندما ثبتت تدريجيا العولمة ونظريات بديلة. حيث واجه عدد من المعماريين الأوروبيون والأمريكيون محاولة إصلاح العلاقات بين التاريخ والتصميم، المتوترة بسبب النمط الدولي (International_Style). محتوى الرسم تم استبداله بمحتويات رمزية تواصلية. من بين التجارب التصويرية الأكثر جرأة في السبعينات، آلة الألعاب المعقدة للبريطانيين :أرشيجرام (Archigram) التي أسست شعرية التكنولوجيا العالية (High Tech) البحوث عن فراغ ديناميكي أدت إلى دراسة القواعد التي تربط الكيان المشوهة بهندسته البدائية وإلى إمكانية تنفيذ عمليات تصميم أصلية معقدة جداً (Sgrosso،1986_A)




شكل13/1: أرجيجرام (**Archigram**) اقترح بناء هياكل آلية متحركة ضخمة، لها ذكاء خاص بها ، يمكن أن تتجول العالم بحرية، والانتقال إلى أي مكان بحاجة إلى موارد أو قدرات. ("Archigram" WALKING CITIES)

على مدى العقد الماضي، مع ظهور الوسائل الرقمية، تطورت برمجيات محددة للرسم حيث طرق الإظهار الإسقاطي تكاملت مع المحاكاة الديناميكية. بعد هذه التطورات، الفراغ الإقليدي (الثابت) لم يعد الفراغ الوحيد للتقصي، بل واحد من الفراغات العديدة الضرورية لعلم الإظهار. ( Portoghesi،1974 .P )

### 9-1- طرق الإظهار

تفسير مصطلح الرسم الأكثر شيوعا وتقييدا، هو عمل خطوط على سطح ما باستخدام أداة (Devoto،1971_.G). تحت اسم الرسم يمكن شمل جميع العمليات التي تهدف إلى إظهار مكان أو مشهد ما. أكثر تحديدا الرسم هو تعبير عن نوايا (تحليل أو تصميم) تنفذ من خلال الرسم. في هذه المعاني الرسم يصبح عملية عقلية تترجم إلى علامات هدفها تأمل نظري أو إعداد تصميمي.

الإظهار الهندسي كان دائما أساس للتخطيط ولتصميم وتنفيذ الأشكال في العالم الحقيقي. في السابق الرسم اليدوي كان الوسط الوحيد لتقديم أفكار الإنشاء الهندسي وترجمتها على سطح مستوي، الآن تستخدم على نحو متزايد برمجيات كاد لإيجاد حل لمشاكل البناء وتلك للإنتاج. العمل في كلا الطريقتين ، يعتمد على

نفس الأسس والمبادئ الهندسية. تبادل المعلومات والأفكار للأشكال ثلاثية الأبعاد يتم بواسطة صور ثنائية الأبعاد (ورقة الرسم أو شاشة الكمبيوتر)، هذه الصور تسمى إسقاطات. (Husty_2007)

يستند الرسم كأداة علمية للتواصل على الاستخدام السليم للموارد وتقنيات الإظهار المدعومة بالقواعد الهندسية. على ضوء التغييرات في أساليب الإظهار من العصور القديمة إلى اليوم يصح أن نتحدث ليس فقط عن هندسة واحدة بل عن هندسيات ، مع التمييز بين الهندسة الإقليدية والهندسة الإسقاطية .

أساس الهندسة الإقليدية هي البصريات والمفهوم الذي يحدد رؤية الإنسان للواقع باعتبارها تأثير العين من الأشعة الضوئية. ووفقا لهذه النظريات ، صورة الواقع تتوافق مع رؤيا المنظور شريطة أن يكون مركز النظر متطابق مع موضع العين البشرية. مبادئ الهندسة الإقليدية تعتبر في جميع الدراسات، منذ العصر الكلاسيكي حتى عصر النهضة ، ضرورية لتعريف المنظور. (Bertelli. Briganti. 1986،Giuliano .)

الهندسة الإسقاطية تجد أسسها في ثقافة عصر النهضة، لا سيما في التطبيقات الإسقاطية التي حققها بييرو ديلا فرانشيسكا (Piero della Francesca) و دورير (Durer) . في القرن الثامن عشر استأنفت هذه المواضيع من قبل علماء رياضيات حتى الوصول إلى تدوين علم الهندسة الوصفية الحديثة. الخصائص الأساسية التي أدخلتها الهندسة الإسقاطية هي تحديد بدقة التناظر القائم بين الشكل الحقيقي (ثلاثية الأبعاد) وصورته ثنائية الأبعاد .

قواعد الهندسة الإسقاطية الحديثة تعتمد على استخدام أساليب الإظهار :

- الإسقاطات المتعامدة (أو طريقة مونج)
- الإسقاط ألمحوري (أو الاكسنومتري)
- الإسقاط ألمنظوري

العناصر الأساسية لكل طريقة إظهار هي :

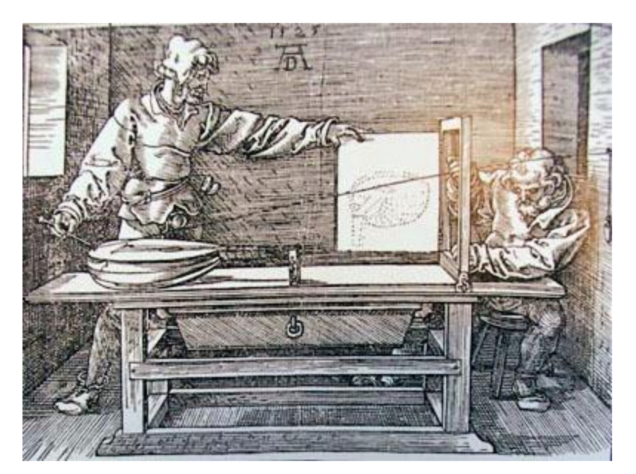
- مركز النظر من حيث يتم الإسقاط ؛
- مستوى الإسقاط حيث تتم عملية الإسقاط ؛
- خطوط الإسقاط التي تمر بمركز الإسقاط وبنقاط الشكل الذي يراد إظهاره، وتقاطع مستوى الإسقاط .

في الحالة التي يتم فيها إسقاط الشكل من نقطتين لا نهائيتين وفقاً لاتجاهين عموديين على مستويين متعامدين بينهما، طريقة الإظهار تسمى الإسقاطات المتعامدة (او طريقة مونج) ، أما في حالة وجود مركز إسقاط واحد، طريقة الإظهار تسمى إسقاط مركزي أو موازي وفقاً إذا ما كان المركز على التوالي نقطة نهائية او لانهائية.

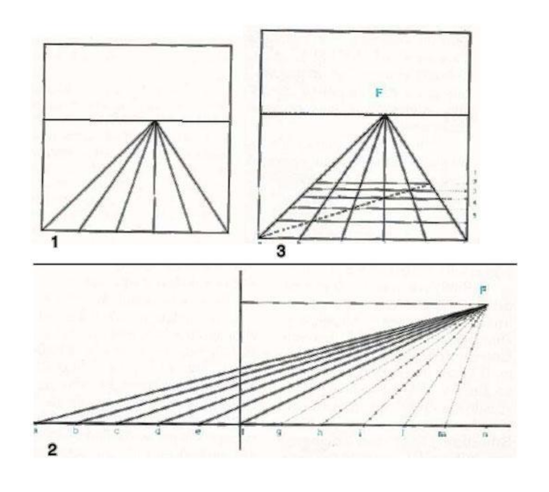
أول شهادات وردت عن طرق إظهار العمارة ، نفذت من قبل فيتروفيوس .الذي عرف بشكل واضح التنفيذ الصحيح لعملية الإظهار معتمداً على ثلاثة طرق للإظهار الهندسي :

– مسقط أفقي (Iconography)
– مسقط رأسي (Orthography)
– عرض منظوري (Scenography)

في النص دي اركيتيتورا (DeArchitettura) فيتروفيوس يصف نظام إظهار باستخدام مستويين ، أحدهما أفقي (iconographic) والأخر عمودي (ortographic) والذي شاع استخدامه بين المعماريين في ذلك الوقت. والقصد من الإسقاطات المتعامدة هو في إسقاط على مستوى (ورقة الرسم) شكل ما موضوع في الفراغ ، بحيث يحتفظ بالخصائص الهندسية لنفس الشكل. لتحقيق هذا ، الخطوط الإسقاطية يجب أن تكون موازية لبعضها وعمودية على مستوى الإسقاط.



شكل14/1: ألبرشت درير (القرن السادس عشر) "رسام العود". في هذا الليثوجراف يلاحظ التقنية التي استخدمها درير لرسم منظور الأشكال المنحنية (في هذه حالة عود): خيط a يشد بين نقطتين واحدة على الحائط (مركز النظر) والأخرى على نقطة A من العود. صورة A تحدد كنقطة تقاطع بين الخيط مع شاشة (مستوى الإسقاط) مثبتة بإطار خشبي. بتكرار هذه العملية يتم الحصول على عدد من النقاط لرسم الصورة المرئية للعود. http://www.cultor.it




شكل15/1: ليون باتيستا البرتي، الإنشاء ألمنظوري للمربع.
http://www.treccani.it

إذا ما وضعنا كيان ثلاثي الأبعاد في الفراغ ، يمكن أن نرسم شكله على مستوى الإسقاط عن طريق دوران ملائم للشكل حول محوره . وبهذه الطريقة نحصل على الإسقاطات ثنائية الأبعاد لجميع الأوجه الخارجية للشكل المراد إظهاره ، بشرط أن تكون الخطوط الإسقاطية متوازية بينها ومتعامدة على مستوى الإسقاط .

في طريقة الإسقاطات المتعامدة ( أو الإسقاطات المزدوجة) ، يتم اسقاط الشكل على مستويين باتجاهين عموديين عليهما. وإذا كان المستوى موازي للأرض، الإسقاط يسمى عادة خريطة (Plan). وبالمثل ، وإذا كان المستوى عمودي على الأرض (أي على المستوى الأفقي) الإسقاط يسمى واجهة (Elevation) إذا كان يمثل صورة خارجية للشكل، وإلا فيسمى مقطع عندما مستوى الإسقاط يقطع الشكل .

أساليب الإظهار الأخرى للأشكال ثلاثية الأبعاد (منظور وأكسنومتري) دونت في وقت لاحق. المنظور كنظام إظهار يحاكي رؤية الإنسان للحيز المادي ثلاثي الأبعاد. فيتروفيوس عرف السينوغرافي ا

((scaenographia) بالمنظور والإينوغرافيا ( Ichnographia) بالخطة (المسقط الأفقي) والأورتوغرافي بالواجهة.

في القرن الخامس عشر أولى قواعد المنظور درست من قبل فيليبو بروناليسكي (Filippo_Brunelleschi) ، الذي استخدم فتحة مفلطحة، لمشاهدة ورسم معمودية سان جيوفاني معكوسة في مرآة. ولكن إذا كان اهتمام برونليسكي كان في المقام الأول موجهة إلى نوعية البناء ، ونسب وأبعاد العمارة، مع ليون باتيستا البرتي بييرو ديلا فرانشيسكا ، ليوناردو دافنشي ، دورر وفينيولا (Vignola) وسيرليو(Serlio) ، يأخذ المنظور قيم علمية مستقلة عن أطروحات الرؤية السابقة. بين القرن السادس عشر والثامن عشر المنظور يأخذ أيضا قيمته في علم الرياضيات بشكل مستقل عن الإظهار التصويري.

الإسقاط الاكسونومتري (أو المحوري) كوسيلة من وسائل الإظهار الهندسي للأشكال ثلاثية الأبعاد، يجد أسسه العلمية في مدونات الهندسة الوصفية للقرن الثامن عشر. من خلال الإسقاط على مستوى من نقطة لانهائية . قواعد الإسقاط المحوري ، التي قدمت في القرن الثامن عشر من قبل غاسبار مونج ، تسمح لنا بتحديد موقع المجسمات في الفراغ وإعادة إنشاء شكلها وهندستها. نتيجة هذا النوع من الإظهار، الصورة تركز على الخصائص الموضوعية ومقاييس الجسم مثلما يحدث مع أسلوب الإسقاطات المتعامدة. الإسقاط المحوري تطور في القرن التاسع عشر ، تطوراً ملحوظاً في المجال العسكري (أكسونومتريا كافاليرا) ، كوسيلة لإظهار نظم البناء في أواخر القرن التاسع عشر .وفي القرن العشرين، حتى مهندسي حركة الحداثة استخدموا الأكسونومتري على نطاق واسع بسبب الفرص التي يقدمها هذا النوع من الإظهار في تصميم وحدات هياكل شبكية (reticular structure) .

### 1-10- مفاهيم القياس والنسب

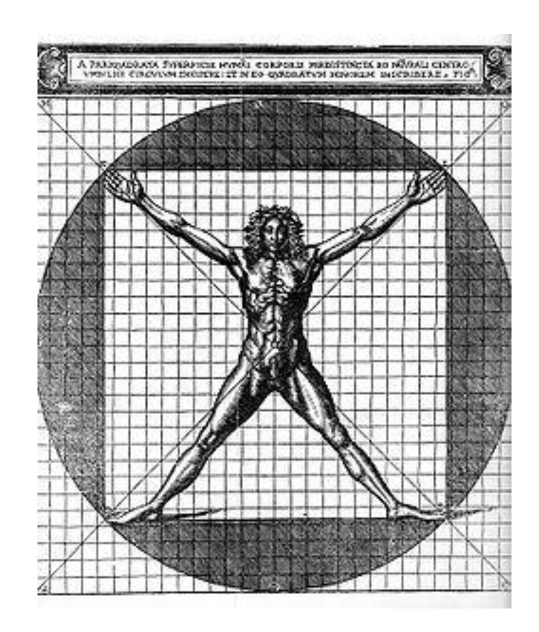
القياس والنسبة هي مفاهيم أساسية في تحليل وتصميم الفراغ، وبدونها لا توجد المعرفة أو القدرة على تحقيق أي مشروع. القياس ، كبيانات رقمية ، تحدد الحجم المطلق لعنصر ما بالنسبة لنظام معين من المتغيرات [1]. (Quaroni.2003) أما مفهوم النسب يربط أجزاء منفصلة لعناصر مختلفة أو لنفس العنصر من خلال مقارنة بمعطيات بعدية محددة. للمزيد من الفصل بين المسألتين لا بد من التأكيد أن جميع الأشكال لها قياس ، ولكن ليس لها بالضرورة نسب محددة بين الأجزاء. لهذا دراسة النسب ، خلافاً عن دراسة المقاييس ، تستلزم بحث مفصل عن أوجه التشابه (الحجم والمظهر) بين الأجزاء الفردية لكيان واحد أو أكثر من الكيانات. (Quaroni.2003)

[1] بشأن مصطلح قياس هناك معنى واسع وشامل من التفاصيل في النص الذي حرره أتيليو بيتروتشولي (Petrucciol) ، في كتاب لودوفيكو ، "تصميم المبنى. دار النشر:. مصطلح النسبة يأتي من مفهوم التمكن من العثور على مجموعة من العلاقات المعيارية بين مجموعة واحدة وأجزائها. تفاصيل واسعة وشاملة حول هذا الموضوع ، يوجد في نفس الكتاب . (Quaroni,Ludovico.2003)

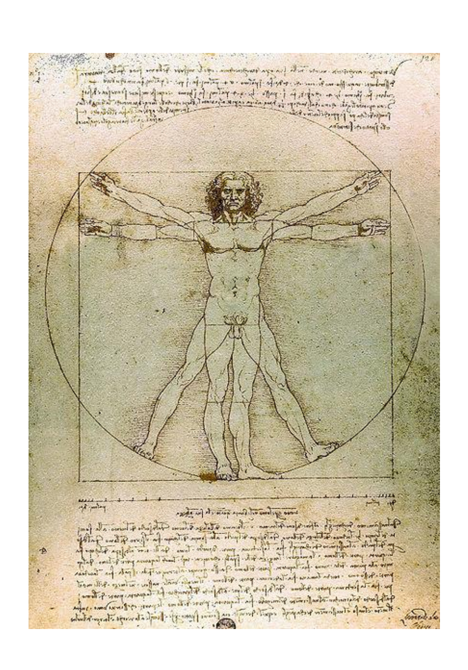
على مر القرون ، أدت الدراسات المختلفة إلى تعريف معيار الجمالية آخذة جسم الإنسان كنموذج وربطه بمفهوم "الجمال. أقدم معيار معروف يعود إلى حوالي 3000، والذي عثر عليه في مقبرة في منطقة الأهرامات في ممفيس .ابتداءً من هذا الاكتشاف أتت لنا مراجع أخرى (معايير مملكة الفراعنة) تشهد على أهمية جسم الإنسان فيما يتعلق بدراسات في الجغرافيا والكون .

في الفترة الكلاسيكية تطور مفهوم النسبة والعلاقة المترية والجمالية بين الكل والأجزاء. رمز هذه النظريات هو "هومو كوادراتوم (homo ad quadratum) ، "والذي يشير إلى كتاب فيتروفيوس الثالث دي اركيتيكتورا .(De Archi¬tectura) حيث فكرته الهندسية استلهمت من ليوناردو والتي يمكن اختصارها بعبارة بسيطة " يمكن للرجل مد ذراعيه بقدر ارتفاعه ". فيتروفيوس في كتابة الثالث دي اركيتيكتورا ، معتمداً على أطروحات هلنستية، يقول أنه لا يمكن أن يكون بناء معبد دون الرجوع إلى مفاهيم التماثل والنسب ، ودون حساب دقيق لأجزائه أو أطرافه ، كما هو الحال في جسم الانسان. فيتروفيوس يتعامل بشكل مختلف مع وضعين لجسم الإنسان ، (homo ad quadratum) و . (homo_ad_circulum) هذا الأخير حقق برسم دائرة مركزها في السرة ومحيطها ماسّ ليدي الإنسان وقدميه .

في وقت لاحق في "دي اركيتيكتورا" تفحص نسب جسم الإنسان باستخدام وحدة قياس الأصبع ، الكف والقدم ، والذراع ويختتم كيف ان الطبيعة كونت جسم الرجل بحيث الأطراف الفردية تتطابق نسبياً مع المجموع الإجمالي. هكذا القدماء حددوا ان كمال العمل المعماري ، وخاصة للمباني الدينية ، يتحققبوجود انسجام واضح بين الأجزاء الفردية والكل. فكرة تقسيم جسم الإنسان إلى أجزاء (الرأس والذراع والقدم) لتصبح القاسم المشترك لجميع الدراسات المتعلقة بمعايير التناسب حتى العصر الحديث ، وليس من المستغرب أن هذه الوحدات استخدمت حتى إدخال النظام المتري ، والتي كانت وحدات القياس الرئيسية المعترف بها في العمارة .



شكل16/1: رجل فيتروفيوس وفقا لرسم شيزاريانو(Cesarian)1521



شكل17/1: رجل فيتروفيوس وفقا لرسم ليوناردو دافنشي (1485−1490 ، البندقية، متحف الاكاديمية

في العصور الوسطى ظهر عمل فيلارد هونكورت -Villard de Honnecourt- الذي لم يحدد تعريف الجمال ، ولكن فسر شكل الإنسان من خلال قواعد هندسية ، في محاولة لترجمته إلى أشكال بسيطة مثل مثلثات ودوائر ومستطيلات ومضلعات. فكرة رسم الرجل ماد ذراعيه ، محاط بمربع أو بدائرة وتحيط به رموز تمثل عناصر الكون، نقلت باستمرار من القرون الوسطى إلى عصر النهضة وارتبطت بالدراسات الكلاسيكية السابقة. ليس هناك شك في أن ليوناردو نفسه ، كفنان وباحث ، استلهم من مسألة العلاقات بين الإنسان والكون ، وأن نظرياته إلى حد ما هي أيضا نتيجة لهذه العملية الثقافية التي أدرجت في العصور الوسطى .

في عصر النهضة الاهتمام بنسب الرجل وبمعايير الجمالية ظهر في العديد من أعمال الفنانين والمعماريين استلهم من نجح ليوناردو في توليف كل الدراسات السابقة في صورة واحدة والتي تناشد "bene_figuratus" لفيتروفيوس. في "De Pictura" ليون باتيستا البرتي ( 404 ا– 1472)[1] عبر عن نظرية النسب وربطها بعلم التشريح. وأمثلة القرون الوسطى. الرجل الذي وصف من قبل ليوناردو يقف مع ساقيه وذراعيه ممدودة ، ومحاط بأشكال هندسية بسيطة ، الدائرة (المركز في السرة) ، ومربع (مركز المتوسط يقع على ارتفاع الأعضاء التناسلية) من دقة الرسم، بالإضافة إلى العلامات الكثيرة التي خلفها الفرجار ، يُفترض أن ليوناردو تحقق من نظرياته مباشرة على نفس ورقة الرسم .تداخل الفنون بشكل مختلف متماثل ، يعطي الشكل ديناميكية ويعرض فكرة، نمطية عصر النهضة، أن هذا الرجل هو "مقياس كل شيء" ، ومن ثم قياس المكان والزمان.

ليوناردو حدد في مساهمة فيتروفيوس المصدر الرئيسي لنظرياته ويشهد ذلك بكتابته فوق الرسم" فيتروفيوس المعماري يضع في عمله المعماري قياس الرجل " ، و يواصل تحليله بسلسلة من التقارير الانثروبومترية .

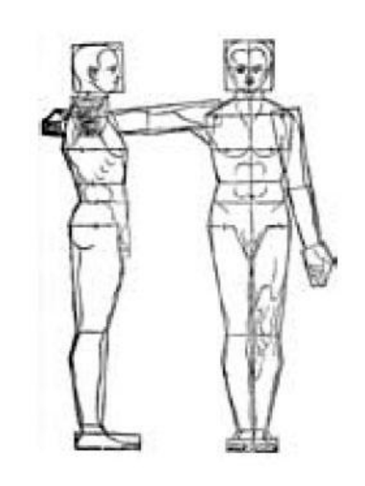
بعد أعمال ليوناردو ألبرت دورير استأنف باهتمام دراسة النسب المعيارية حتى الوصول إلى تقسيم شكل الإنسان إلى وحدات مرتبطة بالارتفاع الإجمالي للرجل. دورير ، بدءاً من ارتفاع الإجمالي للشكل البشري ، حدد الأجزاء بالاعتماد على علاقات عددية دقيقة . هذه النظرية ، أصبحت معروفة ومتداولة .

في العصر الحديث توسعت دراسات نسب الجسم البشري وأصبحت أكثر تعقيدا بربطها مع النسبة الذهبية. علاقة المقطع الذهبي بين جزئيين لمستقيم يساوي 8/5. كوربوزييه في القرن العشرين أدخل معايير جديدة للنسب الهندسية وطور مفاهيم كانت قد أدخلت في القرن الماضي. المهندس المعماري الفرنسي عمل على دراسة النسبة الذهبية ، والكنسي الجديد في نموذج سمّاه "MODULOR" وطبقه في جميع مشاريعه حتى عام 1945. النظام النسبي يبدأ من شكل الإنسان وعلى وجه الخصوص من

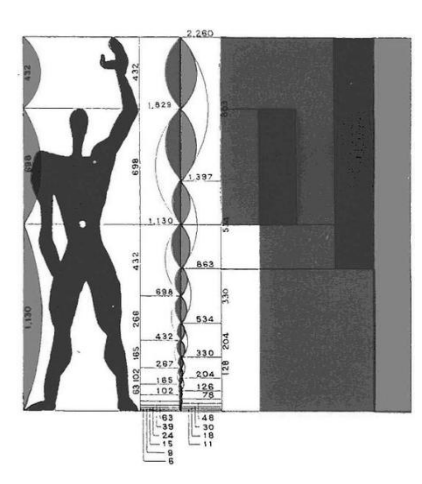
---

[1] في القرن الخامس عشر ليون باتيستا البرتي في دي بيكتورا (De Pictura- 1435) ، وبييرو ديلا فرانشيسكا ، في أطروحته (De Prospectiva) ، أسندوا دراساتهم على مبادئ علم البصريات وقوانين الهندسة الإقليدية. (Giuliano_1986o)

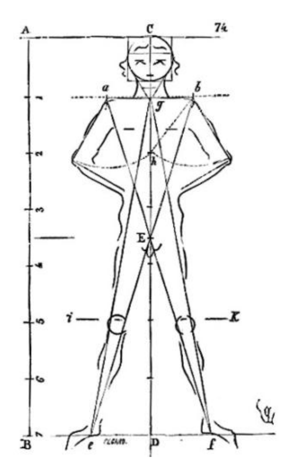
ارتفاعين :1،85 و 1،75 متر. مقياس الأبعاد التي وضعها لو كوربوزييه يظهر علاقة ثابتة بينها، مفيدة لإنشاء شبكة "ديناميكية لأي فراغ ثلاثي الأبعاد .



شكل18/1: دراسات انثروبومترية (anthropometry) للألبرت دورير



شكل19/1: لو كوربوزييه -Modulor- مقاييس مستمدة من دراسة جسم الإنسان



شكل20/1: نسب معايير الجمال وفقاً لفيلارد هونكورت، والذي طبقت مثلاً في عمل التماثيل الموجودة في الواجهة الغربية لكاتدرائية ريمس

مهمة دراسة جسم الإنسان وأبعاده تكمن في إنها ليست فقط مهمة كنموذج "نظري للتصميم بل تؤثر بشكل مباشر على عملية التحليل والتصميم، لأن كل غرض أو فراغ له علاقة بمقاسات الإنسان. مثالاً هاماً يأتي من الثقافة الشرقية وعلى وجه الخصوص من التاتامي (Tatami) [1]، الحصيرة التي بالإضافة إلى كونها متعلقة بوحدة قياس الفرد، فهي تتحكم أيضاً بمساحة كامل العمارة المحلية في اليابان (Neutra، Richard Joseph 1956.). نوترا ( Neutra) كتب أن هذه الحصيرة هي وحدة قياس متعددة". تنعكس على نمطية العناصر العمودية (الأبواب والجدران والاثاث) وبهذا تشكل وحدة قياس شاملة، وتعطي شكل للحياة ."

ممارسة هذا النهج ، يعني العثور على معايير ونسب وتطبيقاتها الممكنة في التحليل أو التصميم. فهم العلاقات التي تربط المقاسات البشرية بالأشياء والمساحات المعمارية هي عملية محفزة لطلاب العمارة. بهدف دراسة الجوانب الثابتة للموضوع (قياس ونسب الجسم) وتلك التحليلية المتعلقة بحركة الجسم وبالأنشطة ذات الصلة.

## ***1-11 مستقبل أدوات الرسم الرقمية***

تكنولوجيا المعلومات ، الغرافيك وتقنيات الكاد (CAD) ، تعتبر تكنولوجيا ناشئة، وفي تطور مستمر. الكاد على الرغم من توصله إلى نتائج مهمة، ما زال هناك إمكانيات كبيرة للتطور في وقت قصير. مرحلة

[1] **التاتامي** تشير إلى نوع من الأرضيات اليابانية التقليدية مصنوعة من ألواح مستطيلة الشكل مصنوعة من القش الأرز المضغوط,المنسوج.. أبعادها ليست ثابتة متفاوتة من منطقة إلى أخرى .حيز الحصيرة هو المساحة الذي يشغلها شخص مستلقي. يستخدم التاتامي كوحدة قياس للغرف، لذلك يمكن القول ان الغرفة عشر تاتامي، والبيت 24 تاتامي، وارتفاع الباب 2 أو 3 تاتامي. (الموسوعة العربية)

الاندماج الكامل في النظام العالمي للمعلومات لتقاسم وتبادل البيانات تكاملت تقريبا : حاجز الاتصالات المكانية والزمنية و"اللغوية" في مرحلة اختفاء تام .

في المستقبل القريب سيكون هناك تطورات أخرى في طريقة عرض المشاريع المعمارية وإحالتها إلى الأشخاص والهيئات المعنية. مزيد من التطورات ، ستكون ناجمة عن البحوث والتجارب في المجالات الحاسوبية الأخرى: تفسير الصوت، والواقع الافتراضي ، ونظم والذكاء الاصطناعي.

على الرغم من أن برامج الرسم كاد لا توفر حتى الآن وظائف تعالج بشكل مباشر إنشاء بيئات افتراضية ، فإن المعايير (حتى الآن غير موحدة) ، والخبرات، وأساليب العمل ، والواقع الافتراضي (Virtual Reality)تشير إلى مستقبل غير بعيد حيث واجهة التفاعل ستتيح للمصمم (ضمن نفس البيئة المحاكاة وليس باستخدام برمجيات أخرى) بتشكيل ونقل الكيانات الهندسية جسديا، دون أي مضاعفات أو قيود ، لمس (بواسطة قفازات خاصة) خشونة السطوح ، تجربة المتانة وقوة التحمل ، والإرغونومية (Ergonomic)، وما إلى ذلك. بدلاً من الماوس ولوحة المفاتيح يمكن استخدام أسطح حساسة أو خوذة تكنولوجية للتعامل بطريقة مباشرة وطبيعية مع الكيانات الهندسية. مراقبة ملاحظاتنا ومطالبنا الصوتية (مفسره من قبل البرنامج) يمكن ان تصبح على الفور كيانات هندسية مزودة بالتفاصيل وبالأبعاد (dimension)، مثل الجدران المزودة بالسمك والارتفاع. في حين أن تلميح واحد من المستخدم يسمح بإدراج (عن طريق استردادها من قاعدة للبيانات) أي منتج في السوق كامل بالمواصفات والتفاصيل .

برمجيات الرسم الرقمي ستتجه إلى تحسين الواجهة التفاعلية، الآن يجب على المصمم التكيف مع طرق تشغيل البرامج المستحدثة باستمرار، التي ليس من السهل التعود عليها وخاصة لأولئك الذين اعتادوا على استخدام واجهة تفاعل معينة لفترة طويلة. هذه البرمجيات ستكون أقل صرامة وأكثر مرونة لتلاءم تفضيلات المصمم الشخصية: التغيير ليس فقط في واجهة التفاعل ، ولكن أيضا في أساليب العمل والقواعد التي يجب أن تتحقق لتسهيل العمل مع الكثير من المعلومات الغير المتجانسة .

نوعية النموذج أخذت دورا أكبر ابتداءاً من القرن الرابع عشر ، شارك الحرفيون بشكل متزايد في وضع نماذج شاملة ومفصلة والتي من شأنها أن تكون بمثابة دليل ونسخة للمشروع في عملية التنفيذ. مثلا من اجل انشاء كاتدرائية القديس بطرس في روما ، تم أنتاج نماذج عديدة بما في ذلك واحد للسنغالّو (Sangallo) مصنوع من خشب وكبر حجمه يسمح بمشاهدته أيضاً من الداخل (Rosetti_2004). ومنذ ذلك الحين -- على الرغم من أن تقنيات الإظهار الهندسي أصبحت أكثر فعالية وكمالية في عمل العمارة -- النموذج حافظ دائماً على أهمية في عرض المشروع للزبائن الذين في كثير من الأحيان غير قادرين على فهم المحتويات الشكلية والوظيفية والأفكار الواردة في الرسوم التقنية للمشروع. حتى رسم المنظور -- بقدر ما كانت ابتكار جذري -- لم تكن قادرة ، سواء في مجال الهندسة أو في التصميم المعماري إلا إلى إيصال فكرة عامة لما يكمن تنفيذه .

تطوير أدوات وأساليب الإظهار في نهاية القرن العشرين أدى إلى تنفيذ التصاميم بشكل سريع وبدقة أكبر باستخدام مفاهيم الهندسة الوصفية المقننة لاحتياجات الإنتاج الصناعي. وبعبارة أخرى ، الرسم التقني توصل بأفضل الطرق الممكنة إلى أن يكون الجسر بين التصميم النظري وممارسة البناء.

في هذه الفترة حدث الثورة الرقمية غير الكثير من القواعد المتعارف عليها. في البداية كانت وسيلة مساعدة فعالة ، ولكن بعد ذلك أربك أساليب ومفاهيم كانت مستقرة.

أولاً ، الرسم الآلي، في تنفيذ خطوط الرسم ، منحنيات ووصلات (junction)، ترقين (Hatching) وتثبيت الأبعاد (dimensioning)، عن طريق الضغط على أزرار لوحة المفاتيح وبتحريك المؤشر ( Cursor). هذه الفترة تميزت بنظم رسم ثنائي الأبعاد وعرض على الشاشة واحتمالية التصحيح ، والتكبير، وتخزين المعلومات. هذه النظم جعلت الأدوات السابقة غير ضرورية وقد عفا عليها الزمن.

فيما يتعلق بأساليب الإظهار لم يتغير شيء في إعداد الرسومات ، ولكن ظهرت عمليات ترميز إضافية. وبما أن الرسوم التي لم تعد ترتبط بنقاط على نفس المستوى، ولكن بإحداثيات في فراغ افتراضي. موجود فقط في خوارزميات الكمبيوتر، فقد ظهرت سيناريوهات مختلفة تماماً.

الكيانات الهندسية لا تزال تمثل على المستوى ولكن بطريق ديناميكية: من الممكن تغير نوع الإظهار بشكل مستمر، بتغير مركز الإسقاط او مستوى إسقاط أو بتحريك نفس الكيان في أي اتجاه الفراغ.

وبما أن هناك ارتباطات رياضية لتحديد عناصر الكيان الهندسي، فيمكن أن ترافقها معلومات وخصائص أخرى. استخدام الألوان للإشارة إلى الأشياء حسب الوظيفة المرتبطة بها.

جدول1/1: يبين تغيير أساليب الإظهار وتغيرات أدوات التمثيل والاستنساخ مع مرور الوقت. ( تشيرون 2004)

| الفترة الزمنية | النوع | الأدوات | تقنية الاستنساخ |
|---|---|---|---|
| النصف الثاني من القرن الثامن عشر. | رسم يدوي | تقليدي (مسطرة مثلثات الفرجار) | نسخ يدوية |
| نهاية القرن التاسع عشر | رسم يدوي | أدوات مساعدة (طاولة الرسم Drafting_machine) | نسخ من خلال الشفافية، ميكروفيلم |
| النصف الثاني من القرن العشرين | رسم رقمي ثنائي الأبعاد | أجهزة الحاسوب | ملفات خارجية لتخزين البيانات (الأشرطة Magnetic_tape ، والأقراص المرنة ( Floppy_disk) |
| أواخر القرن العشرين | نمذجة ثلاثية الأبعاد | الكمبيوتر (PC) | ملفات على الأقراص المرنة، دي في دي (Versatile_Disc_Digital)، روابط تشعبية (Hyperlink) |
| بداية القرن الحادي العشرين | الواقع الافتراضي (Virtual_reality) | محطات عمل (Workstations)، وأدوات انغماس افتراضي (Virtual_Immersion) | C.S. (Computer science) |

يمكن معالجة الكيان الممثل كما لو أنه حقيقي، والتحقق من خصائصه ودراسة علاقاته الهندسية مع الكيانات الأخرى (الجمع، الطرح، والتقاطع) (شكل 21/1) .

مجرد إعادة قراءة مديح ريتينباكر ( Redtenbacher) عن الرسم ، وتبديل كلمة "تصميم " بالمصطلح "نموذج افتراضي" سنجد وصف لكل شيء (Redtenbacher، 1809..J ). أي أن المرحلة التي وصل إليها الرسم التقني ستكون نقطة الانطلاق للنمذجة الصلبة.

العودة إلى الأصل باستخدام النماذج مرة أخرى (بواسطة الرياضيات) والتي تطورها لا يزال في المراحل الأولى.

فرضيه أن الإمكانيات التي تتيحها أدوات النمذجة الرقمية يمكن أن تمحي أهمية الرسم كجسر بين الفكرة والإنتاج لا يمكن أن تكون صحيحة على الأقل في المستقبل القريب ، يمكنها أن تقلل تدريجياً الحاجة إلى الرسم كنسخة ضرورية لمتطلبات البناء. ولكن بعد ذلك من المتوقع أن لا يكون هناك وسيط بين الإنسان والآلة. أي أن العلاقة ستكون مباشرة بين النموذج النهائي والمعدات التي تنتجه (كما هو الحال في Rapid prototyping)، المحادثة ستكون حصرية بين خوارزميات لا تشمل تدخل الإنسان.

وحتى في ظل هذه الفرضيات، مفاهيم متجددة للهندسة الوصفية ستكون دائما صالحة وضرورية في ممارسة الفكر على إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد لعمارة أصيلة.

ويمكن للنموذج أن يصل إلى مستويات عالية من المحاكاة قد تتجاوز ما كان يميزه على مدى قرون، سواء كان في التمثيل ثنائي الأبعاد أو في الفراغ، أي استخدام الرؤية كأداة للتقييم . لأن الواقع الافتراضي يشمل حواس أخرى ، اللمس في المقام الأول ، ولكن في التنمية المستقبلية يمكن أن تشمل حواس أخرى، باتجاه حالات تسمح بدراسة كاملة للواقع.

جدول1/ 2: نمو الرسم. (Chirone. Tornincasa، 2004.)

| مجال التنمية | نوع العمل | مثال عن المنتج |
|---|---|---|
| تمثيل ديناميكي ثنائي الأبعاد | عمليات التصنيع (Manufacturing_Processes) | رسومات تنفيذية |
| نمذجة ثلاثية الابعاد (3D_Modelling) | إعداد المشروع | محاكاة رقمية (Digital_Mockup) |
| الحصول على نماذج وصور | هندسة عكسية (Reverse_Engineering) | النمذجة الأولية (Rapid_Prototyping) |
| واقع افتراضي (Realtà virtuale) | اختبارات إرغونومية (testing_Ergonomic) | اختبار رضاء المستخدم (Customer_test) |

باختصار الرسم اليوم يقع بين التقليد والمستقبل، مع أساليب تفاعلية مختلفة واستكشاف لإمكانيات تطبيقية جديدة (جدول2/1 ).

الرسومات التنفيذية ستكون مستمدة مباشرة من النماذج ثلاثية الأبعاد. رسومات تشمل مختلف مراحل المشروع، مع جميع التفاصيل الإنشائية.

يمكن بسهولة تبديل الرسم ثنائي الأبعاد إلى نماذج فراغية بمؤثرات حركية.

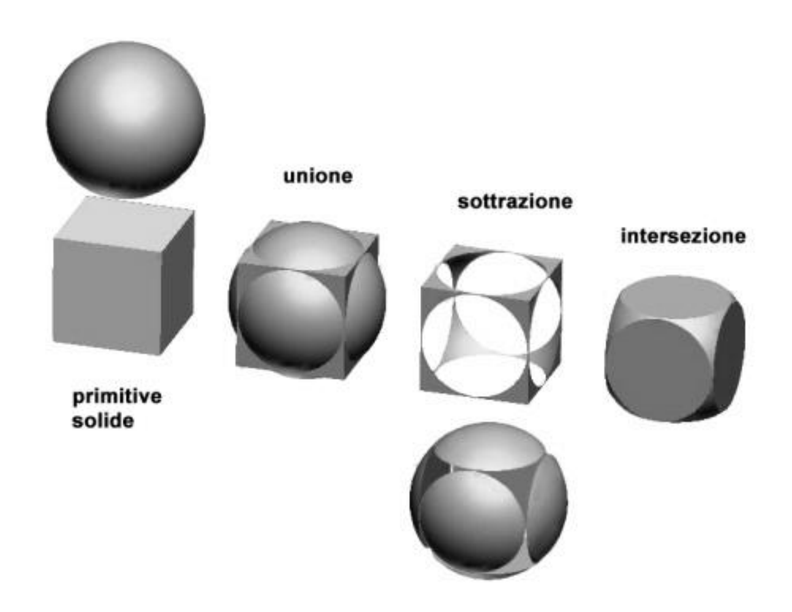
وبهذه الطريقة ونظرا لأنه من السهل ربط إسقاطات أجزاء المبنى فيما بينها ، لا يمكن أن يكون هناك مشاكل تتعلق بتفسير خاطئ أو سوء فهم للرسومات التقنية.

النمذجة تشمل أو هي نتيجة عدة مراحل من المشروع ، من المسودات الأولية (التي، مع ذلك، ستستمر على ان تكون حاجة مهمة للمصمم) حتى المنتج النهائي. كما يحدث في الرسم الحالي حيث يمر بمراحل مختلفة من التدقيق بواسطة النظر لتقييم ليس فقط تركيبات الأشكال، بل أيضا الوظائف البيئية والمقاسات.

الجانب الآخر هو أن النماذج في الماضي كان تستخدم كقاعدة دليليه للبناء . عكس هذه العملية هي الهندسة العكسية ، حيث رسومات النموذج الرقمي تستمد من عملية مسح رقمي لنماذج مادية.

حتى عملية إنشاء النماذج الأولية ( rapid prototyping) يمكن ان تتم بواسطة الهندسة العكسية لنماذج مادية أو بواسطة إحداثيات مستمدة من نموذج رقمي.

طبعاً من السهل توسيع هذا النوع من المعالجة على مختلف قطاعات الإنتاج الصناعي وتقنيات التمثيل، وهذا يفتح بالتأكيد آفاقاً جديدة للبحث والتطبيق.




شكل1/ 21: تنفيذ عمليات بوول (booleane) الثلاثة (جمع، طرح وتقاطع) على مكعب وكرة. حيث يلاحظ أن من عملية الطرح ينتج شكلين مختلفين. (تقنيات التمثيل ألرسومي–http://www.cad-tutor.com/reda/index.html )

## 12-1 الاستنتاجات

بعد هذه اللمحة السريعة على مر القرون أن رأينا كيف أن الرسم ما زال يعتبر أداة للتعبير في عدة مجالات مثل التصميم والبناء ، وقد تطور في الأساليب والأدوات محافظاً على دوره المركزي في مجال التواصل.

بيانات الكمبيوتر اليوم تتيح فرص ومجالات جديدة للتطبيق. بالإضافة إلى تلك المذكورة هناك مجالات أخرى مرتبطة مثلاً بصيانة واستخدام كيان مادي والنموذج الافتراضي الذي يمثله.

وباختصار ، مجال العمل بدلاً من الانكماش نتيجة لأتمتة إجراءات التنفيذ ، تتسع لتشمل آفاق جديدة ، حيث الإبداع يجد طريقة للتعبير عن نفسه بواسطة وسائل تواصل جديدة جذورها راسخة في تاريخ العلم والمعرفة.

## الفصل الثاني: الرسم التقليدي والرسم الرقمي

ملخص: الهدف الاولي للهندسة الوصفية هو التدريب على ادراك الفراغ الهندسي وكسب المهارة على حل المسائل الهندسية باختيار اسلوب الاظهار الانسب ليس فقط في مرحلة نسخ فكره تصميمية معروفة بل وبالاخص في اعطاء القواعد الضرورية اللازمة لاظهار فكرة تصميمية جديدة. وبالاشارة الى أن هدف هذا البحث هو اثبات كفاءة استخدام ادوات الرسم الرقمي في عملية تجديد تدريس الهندسة الوصفية، فالقصد من فقرات هذا الفصل، تكمن اولا في استطلاع أراء المهتميين في هذا المجال لإعطاء أسباب داعية للتأمل وإلى رفض التحيز، وتجنب التحليلات والاستنتاجات السطحية. وثانيا الأخذ في الاعتبار مزايا وعيوب برمجيات CAD بالإشارة إلى الأساليب والتطورات الحالية والمستقبلية المحتملة. القصد هو التحقق بشكل متوازن من طريقتين لتمثيل العمارة اليوم.

### *2-1- مقدمة*

في العقد الماضي تفاقمت المناقشات الأكاديمية حول المنهجية التي يتعين اعتمادها في تدريس الهندسة الوصفية، بين أنصار الفائدة التعليمية للرسم اليدوي وأنصار استخدام الكاد في كل المراحل النظرية والتطبيقية. بين ما يعتقد أن هناك حاجة إلى مرحلة أولى من التدريب على ممارسة التصميم بواسطة الرسم اليدوي، وما يعتقد أن الممارسة التقليدية قد تجاوزتها إمكانيات الرسم الرقمي. وبرهانهم على ذلك أن النمذجة ثلاثية الأبعاد تسمح بتفسير وفهم قواعد الهندسة الوصفية بشكل أسرع وأسهل. الحوار حول هذا الموضوع تتم مناقشته في العديد من الجامعات الدولية. على العكس، في الجامعات العربية، التي هي أيضا مهد لهذه المعرفة، المشكلة مهملة تماما ، على الرغم من أن أساتذة وطلاب هذه المادة يشعرون بهذه الفجوة الكبيرة.

### *2-2- الرسم اليدوي والرسم الرقمي (قلم الرصاص والماوس)*

ظهور أدوات الرسم والنمذجة الرقمية، حث الكثير من الباحثين على عمل دراسات توضح تقاعس محتوى الهندسة الوصفية وتطبيقاتها التقليدية. من ذلك الوقت تعددت المحاولات لتحديد الخطوط العريضة لتقدمية راديكالية، هدفها الرئيسي التشكيك في صلاحية طرق المعرفة التي تسلكها مقررات الرسم التقليدية وفي وظيفتها التكوينية، لصالح تطلعات انفتاحية في مجال تطبيقات التكنولوجيا الجديدة . (Inzerillo_ M 2004)

المقصود من طرح النقاط التالية هو إعطاء أسباب داعية للتأمل وإلى رفض التحيز، وتجنب التحليلات والاستنتاجات السطحية. وإلى الأخذ في الاعتبار مزايا وعيوب مقترح تجديد تدريس الهندسة الوصفية من جميع وجهات النظر.

- مواجهة موضوع تجديد مقرر الهندسة الوصفية يجب أن يكون من الأوليات العاجلة والضرورية، والذي قد يبدو لأول وهلة نقيض للرسم التقليدي ومع أن هذا التغاير يتكرر في تحليل العديد من الباحثين، الذين يودون بأي ثمن إيجاد مقارنة بين القديم والجديد، بين الرسم الرقمي والرسم التقليدي، بين ما هو غير ضروري وما هو لازم.
- ليس هناك أدنى شك في ضرورة التعمق بالدور الحالي لمقررات الرسم الهندسي، ليس عن طريق المواجهة بين القديم والحديث، ولكن بإيجاد الظروف الحقيقية لتحقيق التعايش وتجنب حالات التنافس، ودون قبول مبررات تنص على ان الأولى يجب ان تكون بديلة للأخرى. بالعكس التوازي مثلا بين طريقتي الرسم الحر والرقمي يمكن ان يكون الحل الأمثل. والذي يمكن مقارنته بشريط موبيوس (Moebius) ، حيث لا يمكنهما التصادم بل التعايش باستمرار.
- ويجب علينا ألا ننسى أن القواعد النظرية هي أساس التصور الفراغي دون الأخذ في الاعتبار الأداة المستخدمة. وكما قال البروفوسور كنداري ( Cundari ) " ليس من الممكن تدريس الكتابة دون تعليم

قواعد التكوين النحوي؛ مثال على ذلك الأخطاء التي نراها في الصحف اليومية. تدقيق وينوورد (Winword) الإملائي لا يكفي لضمان صحة ومعنى النصوص". [1]

- وكما قال جابيتي [2] (Roberto Gabett) " تطبيقات الهندسة الوصفية وهندستها المعمارية كانت كنز في التدريب على تصميم العمارة دون الحاجة الى تشكيل المباني. بإيجاز تلك الهندسة بدلا من وصفية ينبغي تسميتها خيالية". (Gay_2002)
- النموذج الرقمي يمكن أن يمثل الدافع لإعادة تأهيل الرسم اليدوي وفرصة للتخلي عن طموحات وبرامج دفاعية مجرّدة ، تتنافى مع التطور الثقافي المهيمن.
- تعدد الفرضيات الطليعية غالباً ما تكون مظاهر لخيارات عشوائية، ربما نمت وحفزت من توافر الإمكانيات التجريبية. يجب استعادة أهمية المفاهيم النظرية ، على الأقل في القيم العلمية والعملية التي ستبقى صالحة في عملية التعليم.
- ينبغي معرفة أن النموذج الرقمي ليست صورة مقروءة بصريا ، لأنه يحول الواقع إلى معلومات رقمية ، عن طريق إدخال إحداثيات ديكارتية، وفقا لخوارزميات مبرمجة، يعتمد عليها المستخدم في معالجة البيانات. التي وضعت وفقاً لمنطقية رياضية، تتحول بواسطة حسابات إلى صور منقطة (Pixel). وبهذا يمكن للمستخدم ان ينظم في كل مرة معلومات المشروع بطريقة مختلفة وغير متوقعة وبالتالي رسومات التصميم الناتجة تعتمد في كل مرة على كفاءة وقدرة القارئ على فهم تلك الرسومات.
- ولا بد من الاعتراف بأن الرسم اليدوي يمكن أن يمثل قوة دافعة للنموذج الرقمي، لأنه يؤدي، من دون مبالغة، إلى تشغيل محرك الإبداع العاطفي والعقلاني، الغير قابلة للتفويض . (Inzerillo، M 2004 ) بالنظر أولا إلى تكوين الرسم اليدوي ، يتبين أن بنيته الأساسية تتكون من العناصر الهندسية الأولية، مثل النقطة، الخط والسطح المستوي. أما في تكوينه النموذج الرقمي تتجلى عملية التكرار التي تعتمد ، كما قلنا سابقاً، على الاستخدام ألحصري للإحداثيات المستمدة من حسابات وأرقام . الصورة المقترحة (أو المطلوبة) لا تظهر نتيجة عملية التفكير، بل يتم إدراكها واستيعابها بعد ظهورها على شاشة الحاسوب.
- الرسم الحر ينبغي أن يلعب الدور الأهم في التدريب الأولي على ممارسة التفكير في الفراغ.
- اختبار خيارات برمجيات الرسم وسهولة إنشاء الصور الرقمية دون القواعد النظرية لا يمكن ان تقوم على أسس سليمة.
- الرسم اليدوي ثنائي الأبعاد، يعمل على الحد من الأبعاد بواسطة عمليات الإسقاط والتقاطع، وبهذا يقلل المعلومات الرسومية كما تراها العين البشرية .
- لا يمكن تغيير الصورة الناتجة من عملية إسقاط، إدراك الفراغ التي تمثله يحدث فقط بواسطة الخيال. وأن هذه الصورة هي نتيجة سلسلة من عمليات إسقاط وتقاطع، والتي ينبغي أن تكون معروفة من قبل القارئ، الذي بدوره يستخدم سلسلة من العمليات العكسية للوصول إلى فهم كيف تمت عملية الكتابة.

---

[1] 102. كندري 2006 ( Cesare Cundari) مداخلة بعنوان: تأملات حول أهداف مواد الرسم . المؤتمر الدولي الثامن والعشرون لمواد الإظهار (XXVIII CONVEGNO INTERNAZIONALE DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE).. الاتحاد الايطالي للرسم (UID ). قسم علوم العمارة (DSA). جامعة جنوه.
http://www.arch.unige.it/eve/convegni/lerici/cundari.pdf

[2] جابيتي- (Roberto Gabetti 1925- 2000) كان مهندس معماري وأستاذ جامعي إيطالي. خصص جزء كبير من التزامه كمدرس وباحث , في عملية إصلاح وهيكلة المؤسسات التعليمية للمدرسة تورينو

- الرسم اليدوي يحتفظ بوضوح المعلومات في مقاسات الرسم المختلفة. ولذلك، فهو ذات نوعية حيوية.
- الرسم اليدوي لديه طاقة معبرة مختلفة والتي تنبع من خاصية نظام الإسقاط المعتمد ومن اختيار المتغيرات التي تحكم مراحل التنفيذ. وفي هذه الحالة الرسم هو نتيجة من يعرضه ويتنبأ بنتائجه.
- صعوبة أو سهولة الإظهار المباشر في الفراغ الافتراضي، هي مشكلة زائفة: لأن إنشاء أي كيان ثلاثي الأبعاد، بحاجة إلى مقطع عرضي كراسم ( generatrix) لسطح الكيان وإلى خط كدليل (directrix) لنفس السطح. تغيرت العمليات والإجراءات ولكن ليس القدرة اللازمة على إدراك الفراغ الهندسي. الكيان ثلاثي الأبعاد لا ينتج "الآن وبسرعة" بل بالاعتماد على مفاهيم هندسية دقيقة. [١]
- تدريس الرسم هي مسألة مهمة وتتطلب منهجية نظرية وتعريف جديد. التدريس يجب أن يتلاءم مع الإمكانيات الحديثة. كيف يجب أن تكون طرق تدريس علم الإظهار. في وقت سابق كان هناك الحاجة إلى جهد تعليمي كبير لإثارة قدرة الطلاب الخيالية. الآن كل ما نحتاج له هو إظهار نموذج ثلاثي الأبعاد لفهم بشكل تفاعلي الكثير من المفاهيم النظرية (عمليات الإسقاط والتقاطع، عملية التطبيق، التماثل ... الخ).
- هاجر العديد من المعلمين أثناء حياتهم التدريسية من استخدام المسطرة والفرجار إلى استخدام الماوس، هؤلاء يعتقدون أنه لا يزال ضروري وجود مرحلة أولى من الحضانة الفكرية باستخدام قلم الرصاص. على الرغم من تلقيهم نفس التدريب، آخرون يصممون مباشرة باستخدام الماوس منذ مرحلة الحضانة الفكرية الأولى وحتى مرحلة التنفيذ .
- ممارسة الرسم اليدوي تعتبر ضرورية للحصول على نتائج مميزة عند استخدام الرسم الرقمي؟. معرفة المفاهيم الأساسية، سواء الفنية أو التقنية؛ إنشاء ومعالجة الألوان. معرفة الأشكال المستوية والمجسمات؛ معرفة أساليب الإظهار، المقاطع وأنواع الإسقاط. ولكن ينبغي أن نسأل أنفسنا إذا ما كان من الأسهل مواجهة وتدريس مسألة البعد الثالث من خلال استخدام البرمجيات المتخصصة .والتي توضح بشكل أسهل الكثير من المفاهيم بدلاً من فترة تدريب طويلة من الرسم اليدوي.
- يجب التأكيد أيضاً على أنه لا ينبغي تدريس الرسم اليدوي بهدف الوصول فقط لحل المسائل الهندسية من الناحية التقنية، والتي غالباً ما تكون وسيلة خاطئة تقوم على قناعة مؤقتة. وفي تدريس طرق الإظهار المختلفة ينبغي إعطاء الجهد الأكبر لطريقة الإسقاطات المونجية (Monge Projection).

قبل 30 عاما ، الطبيب النفسي والباحث في مجال الإدراك البصري رودولف ارنهولم (Rudolph Arheilm)، أكد أن الأجيال يفقدون الشعور بالبعد الثالث لطول تعرضهم للتلفزيون. لدينا الآن جيل نشأ أمام شاشة التلفزيون ، والبلاي ستيشن (PlayStation) وألعاب الكمبيوتر وبهذا تفاقمت المشكلة أكثر.

في الختام، يجب أن نجد في إمكانيات تكنولوجيا المعلومات الطرق الأسهل لفهم المشاكل المجردة والصعبة في الإظهار الهندسي: بالإضافة إلى البعد الثالث ، أثر الضوء والظل على الأشكال الصلبة، استخدام الألوان، العلاقة بين الكتلة والخلفية التبليط المستوي وثلاثي الأبعاد، والتحولات بين الكيانات الهندسية (انزلاق، دوران، انعكاس، تماثل ، وغيرها). (ارنهيم 2004)

---

[١] كريشينسي (Crescenzi, Carmela) 2010. تكوين العمارة، والهندسة للمشروع ( Genesi dell'architettura. geometria per il progetto). قسم الهندسة المعمارية.رسم, تاريخ, تصميم. جامعة فلورنسا (Dipartimento di Architettura. Disegno Storia Progetto, Università degli Studi di Firenze).

**2-2- مزايا وعيوب الرسم الرقمي**

من مقارنة الرسم اليدوي بالرسم الرقمي يظهر فوراً صفات مشتركة وخصائص مماثلة في أهداف العمل. من الواضح أن العوامل المشتركة تكمن في قراءة الرسم وتفسيره وفي استنساخ الفراغ والكيانات الهندسية باستخدام المعرفة المشتركة للهندسة الوصفية وطرق إظهارها. (Rosetti_2009)

في الرسم التقليدي، غالبا ما يتم فقدان التناظر المباشرة بين الشيء والعلامة التي تمثله. الكيان المرسوم يصبح تعبير مجازي، بدلاً من إظهار يقدم من خلال صورة (مثلما الرمز ،الكلمة ، الخ، في الرسم الرقمي هناك تصور مختلف للكيان المرسوم، لأنه مربوط بضرورة بناء النموذج لكيان هندسي بالإضافة إلى ضرورة إظهاره. المضي قدماً (كما هو الحال في هيئة عضوية مكونة من خلايا ابتدائية تتخصص تدريجياً في وظائف أكثر تعقيداً) في عمليات تجميع متلاحقة لكيانات ابتدائية (خطوط مستقيمة و/أو منحنية، أسطح ، مجسمات ، الخ.) حتى تجميع كتل أكثر تعقيداً ومن ثم تشكيل النموذج الكامل بكل التفاصيل. (Rosett_2004)

الرسم الرقمي يتحرر من قيود الرسم التقني التقليدي: أحادية مستوى الإسقاط ومركز النظر، وثبات المسافة بين الناظر والشكل المنظور إليه ومقياس الرسم. أحادية مستوى الإسقاط تختفي لتفسح المجال لمستويات متعددة حيث يمكن استخدامها وإظهارها في نفس الوقت. مفهوم مقياس الرسم، المهم جداً في الرسم التقليدي، يصبح ذو معنى فقط عند الطباعة على الورق، رغم كل شيء، فإنها حتى الآن تحافظ على فائدتها في تسليم المشاريع (على الرغم من أن الرسم يمكن أن يُعرض على شاشة الكومبيوتر مزود بالمقاييس المناسبة وبالشكل الصحيح).

حسب رأيي لدى برمجيات الكاد مشكلة جدية تتعلق بحقيقة الرسم بالمقياس الحقيقي 1:1، في حين أن التصميم باستخدام مقاسات رسم متتالية يطابق دراسات متتالية من التعمق، ولذلك الكاد يصرف الانتباة بعرض مسائل قياس غير ملائمة لمختلف مستويات التصميم، وهذا بالاشارة الى مسائل التصميم وليس التمثيل. ينبغي التمييز بين أمرين: إعداد فكرة تصميمية مطورة سابقا، او استخدام هذه الأدوات في مرحلة التصميم؛ في رأيي عيوب الكاد الرئيسية، تكمن في اعطاء الاولية للمقاسات الرقمية وليس لتلك المرئية، وكا قال الاستاذ المهندس الايطالي جينو بونتي (Gino Ponti) "المعماري يقيس اولا بالعين، وفقط عندما يشعر أن هناك تناسب ينتقل الى مرحلة القياس بالارقام". وفي هذا أنا أتفق تماما. في كثير من الأحيان العين في التصميم تسمح بقراءة موضوعية في تحديد العلاقة التناسبية بين المساحات والحجوم ، بينما ادراج الارقام في الكاد يفسد هذة الميزة . ولكن من جهة اخرى لدى برمجيات الكاد مزايا عديدة ليس فقط في اتاحة الرسم في الفراغ الافتراضي بل ايضا بما يتعلق بتبادل وتوثيق المعلومات وسهولة إجراء التغييرات.

أدوات الرسم الرقمي تسمح بالرسم في الفراغ ثلاثي الأبعاد وليس عن طريق التفكيك (إعادة التكوين العقلي) باستخدام المستويات المساعدة كما هو الحال في الرسم التقليدي حيث مستوى الإسقاط ( ورقة الرسم) يمثل نظام مرجعي ثابت بالنسبة للشكل وبالنسبة للناظر(مركز الإسقاط). في الرسم الرقمي، يمكن

للناظر وللشكل أن ينتقلوا افتراضياً بالنسبة لنظام إحداثي، المصمم يحدد عدة مستويات إنشائية لتوليد النموذج ثلاثي الأبعاد وإظهاره بشكل تقريبا حقيقي. في عملية تصميم المشروع وتسليمه كان تستخدم دائما طريقتين مختلفتين ومتكاملتين : الرسم وبناء نموذج مادي. أدوات الرسم الرقمية يمكن أن تجمع بين هاتين الطريقتين، مما يسمح بإنشاء مناظير واقعية (منظور) للنموذج من أي اتجا ه (من داخل النموذج أيضا) ، لتوليد الإسقاطات التقليدية (بما في ذلك الإسقاطات الأكسنومترية ، المقاطع ،الخ.) للنموذج أو العكس توليد النموذج في حالة وجود إسقاطاته ثنائية الأبعاد.

على العكس من ذلك فإن النموذج "المادي يسمح أيضاً للقارئ الغير ملم بالرسم التقني ملاحظة وتقييم المشروع مقدماً، ليس فقط من ناحية الشكلية ، ولكن أيضاً من وجهة نظر موضوعية وعملية: يمكن أن يحدد الخصائص التوزيعية والوظيفية لمختلف الأجزاء، وتقييم الصعوبات والتكاليف بشكل أفضل (الجلوس في النموذج الأولي لسيارة تحت الاختبار) وهلم جرا.

**2-3- الإظهار الهندسي والنمذجة الرقمية**

معرفة الإنسان تأتي من طريقة اتصاله بالفراغ من خلال الجهاز البصري الذي يترجم الشعور بالعمق إلى إدراك واعي. فإظهار الواقع ، إذن ، كان دائماً مهمة محاكاة ونسخ متصلة بأساليب الهندسة ، التي هي مختصة ومحدودة بالنسبة لمفهوم الإدراك العام.

الإظهار في مجال العمارة هو نطاق تدريبي واسع جداً، نتج عن قرون من الدراسات المتعمقة حول تقنيات هدفها إظهار الحقيقة بدرجات متفاوتة من الدقة. القيمة الرمزية والبصرية للإظهار الهندسي تصبح نموذجاً ثلاثي الأبعاد معقد ومنظم في اللحظة التي يتطور الإظهار إلى وسط معلوماتي موسع. يمكن لأدوات الرسم الرقمية، التي يستخدمها حالياً المصمم المعماري، إن توسع معنى التصور والإظهار ومعنى النموذج ثلاثي الأبعاد، لتوفر فرصة لسيناريوهات مستقبلية متطورة للتوثيق ولنقل الحدس المكاني. تحليل العلاقة بين الإظهار والنمذجة الهندسية يمثل موضوع مناقشة رئيسي في هذا البحث. بالنسبة لتحول منهجية التصور للبيئة المبنية القائمة أو المستقبلية.

إظهار الواقع كان القلق الدائم لأساليب وتقنيات التي هدفها استنساخ أو توثيق الواقع. معروف أن طبيعة إدراك الإنسان للفراغ هي ثلاثية الأبعاد، في حين أن تفاعل نظام الإبصار في الإنسان يقوم على مبادئ البصر الثنائي (binocularity)، أي اشتراك كلتا العينتين لتكوين الإدراك البصري (هاربر 2001). الأدوات التي جعلت من الممكن ترجمة الفراغ ثلاثي الأبعاد، استخدمت دائماً مستويات ثنائية الأبعاد. أوائل مفاهيم المنظور في القرن الخامس عشر، أتت من قبل برونليسكي (Brunelleschi) ، أو من النصوص النظرية الأكثر صرامة ل ألبيرتي (Alberti) التي أهلت الإظهار المنظوري كعلم حقيقي ، هدفه رسم شكل ثلاثي الأبعاد على سطح مستوي، وذلك لتعطي انطباع بالرؤية المباشرة، أي العمق ، وبالمثل أيضاً التصوير الفوتوغرافي يستند على عناصر مستوية (فيلم أو أجهزة الاستشعار) لتعطي معنى للفراغ.

وصف الواقع بدقة، وخاصة المعماري ، بحاجة إلى مقارنة بين التصور ثلاثي الأبعاد غير الموضوعي وطرق الإظهار التي لا تزال جزئياً مرتبطة بالمفاهيم المونجية. الإسقاطات المتوازية أو المركزية هما أمران أساسيان كمتاع معرفي للمهندس، الأمر الذي يؤدي في كثير من الأحيان إلي إظهار فكرة مشروع باستخدام الهندسة الوصفية المستوية. وهذا ويرجع جزئياً إلى مطالب محددة من القوانين المتعلقة بالوثائق المختصة بالتصميم المعماري. ممارسات وتراخيص البناء تتطلب في كثير من الحالات رسومات للخطة والارتفاع ، ومعظم الوقت بنسخ مكررة بهدف نقل نفس المعلومات ولكن بترميز مختلف. مؤخراً وخصوصاً في مجال المحفوظات العامة ، الإدارة العامة للبلدان المتقدمة بدأت بقبول بعض الوسائل الرقمية كرسومات للمشاريع .ويمكن في غضون بضعة سنوات تخيل إمكانية تسليم نماذج ثلاثية الأبعاد.

ترجمة التصور المكاني (في قيمته الجديدة لعرض الواقع) تشير إلى وجود نوع من الاستنساخ للواقع والذي يمكن أن يكون مفسر بشكل مباشر سواء من خلال النمذجة ومن خلال عملية إظهار منظمة وفقا لقواعد مقننة ، سواء على مستوى شخصي أو عام. المعرفة ليست مجرد تصور، والتصور ليس مجرد إظهار. عملية النمذجة، أي النموذج، يعتبر وسيلة ممكنة لاستبدال تصور الواقع. هوسرل ( Edmund Husserl) ، الفيلسوف وعالم الرياضيات النمساوي ، انتقد الإظهار كتمثيل مباشر للصورة أو العلامة التي تنطبع في وعي الشخص، لان "الإدراك بالنسبة لهوسرل لا يساوي الإظهار. (بيليني 2003)

مهنة المعماري الحديث في دوره كمداول للتصور الحضري والاجتماعي، من خلال إمكانيات الرسم الرقمي، يمكن أن ترتبط بطريقة جديدة مع مفهوم النمذجة والإظهار ومع القيم التواصلية التي بينت تلك المفاهيم بشكل جوهري (Garagnani، 2008 .S ) . في مجال تخصصات الرسم والنمذجة الصناعية، الخطوة لتقريب النموذج لظروف العنصر الحقيقية انتشر منذ وقت على مستوى واسع، فكرة المشروع تتطور بشكل ثلاثي الأبعاد منذ المراحل الأولى، وتصبح نماذج رياضية وهندسية ، قادرة على جمع المعلومات اللازمة لمعرفة النموذج ومحاكاة سلوكه الميكانيكي. أداة الكمبيوتر، تولد ليس فقط نموذج مكون من نقاط ، حواف أو أسطح ، بل هي أيضاً قادرة على تخزين الكثير من المعلومات عنها ، هكذا النموذج يصبح تمثيل هيكلي[١]. ويتم استخدامه لإنشاء إسقاطات مختلفة (ربما مقاطع تنفيذية) لازمة لمختلف مراحل المشروع.

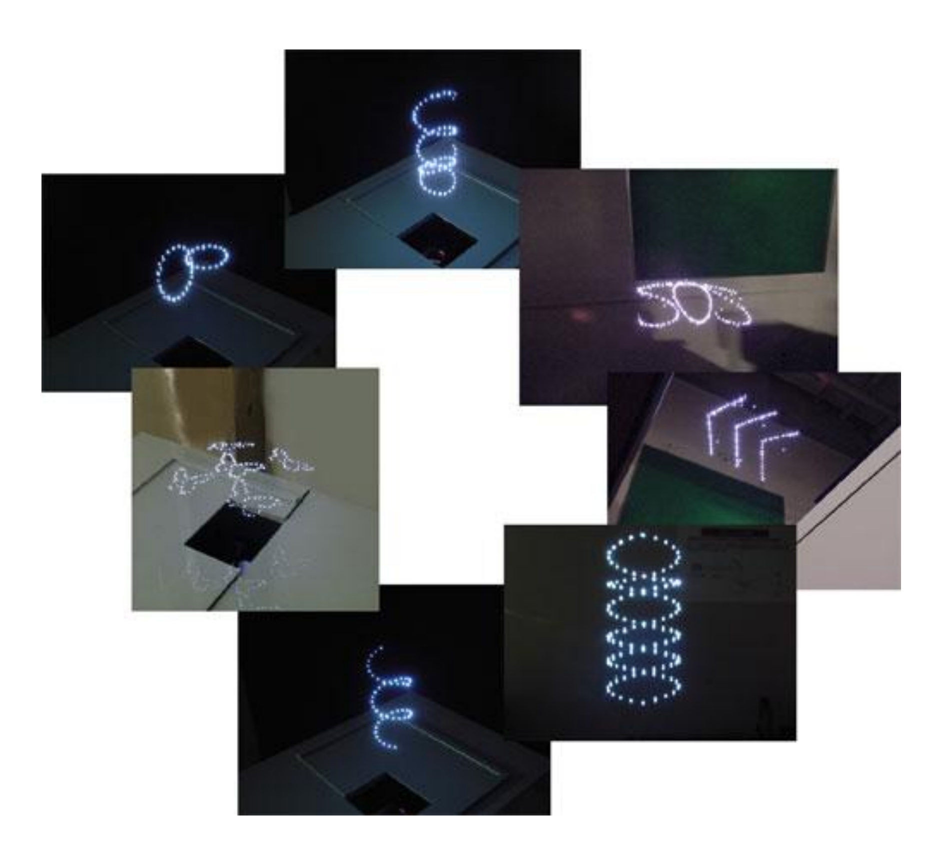
---

[١] : في هذة الحالة, تعني ان هناك امكانية في تغيير رؤيا للنموذج الظاهر 10. ^ بلغ مؤخرا ازدهار في السوق الحالية للبرمجيات التجارية المعروفة بالمصطلح بارامتري أو بيم – BIM (تقنية نمذجة معلومات البناء- Building Information Modeling ). أي انها تعمل كأداة تصميم مأسسة بالنسبة لمعلمات متغيرة في سلسلة متنوعة من التطبيقات. بكلمات أبسط, هذة البرامج الهندسية تقوم بربط ابعاد المنشأ (الطول والعرض والارتفاع) بالجدول الزمنى بجداول الكميات بالتكلفة. (Kymmell, Willem 2007)

في العمارة وفي البناء لم يتوصل إلى ترابط متكامل بين النمذجة والإظهار .مراحل مختلفة من الإنشاء تعتمد على أنواع إظهار مختلفة وتعارض في المراحل الوسيطة. ومن المرجح أن هذا لا يرجع فقط لمشاكل المقياس ، ولكن أيضا لتباين المنهجية والأدوات والتي ربما مع الوقت يكمن أن تتوافق.

كما هو معروف ، منذ وقت النمذجة الميكانيكية تستخدم تكنولوجيات Computer Aided Manufacturing (CAM) لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد ومن الممكن أيضا إجراء نوع من الهندسة العكسية (reverse_engineering) إنشاء نموذج رقمي بدءاً من عنصر حقيقي (باستخدام تكنولوجيا ماسح ثلاثي الأبعاد أو مؤشر مدرج dial indicator -مجس رقمي) من أجل دراسة هندسة وسلوك نموذج أو لكتالوج عينات منه. في العمارة ، تكنولوجيا المسح البيئي بالليزر، بدأت تنفذ منذ وقت قليل نسبياً من خلال إجراءات تهدف إلى الاستنساخ الرقمي للمعالم التاريخية.

النمذجة البارامترية ( Parametric modeling) تسمح باستكشاف أشكال جريئة ذات خصائص هندسية وطبوغرافية معقدة، وتسمح للمهندس برسم عناصر معمارية ثلاثية الأبعاد (بواسطة عمليات البثق -Extrudeوالدوران) ابتداءً من مقاطع ثنائية الأبعاد. (Willem 2007،Kymmell )



شكل22/2: أسقاط فراغي لأشكال ثنائية وثلاثية الابعاد بثت باستخدام جهازعرض مخصص لهذا الغرض ( The National Institute of_Advanced Industrial Science and Technology (AIST))

على الرغم من أن هدف النمذجة هو محاكاة الواقع ثلاثي الأبعاد، فإنه في كثير من الأحيان ينبغي تجهيز الإسقاطات المونجية بطريقة إلى حد ما مماثلة للرسم التقليدي. أو بالأحرى، للوصول إلى إنشاء نموذج

معماري دقيق، ينبغي إعداد على نفس المستوى الحد الأدنى من الإسقاطات المتعامدة الضرورية لبناء هذا النموذج، لأنة يتطلب جهد أكبر في إنشاء الإسقاطات المتعامدة الضرورية على مستويات متعددة. في كثير من الحالات تفضيل عمل الإنشاءات الهندسية على نفس المستوى في عمليات النمذجة يعود إلى عدة أسباب أهمها ؛ مشاكل التخالف ( skew lines) بين خطوط الإنشاءات المساعدة (construction-lines) ، وتعددها في الفراغ الافتراضي قد يعيق عمليات الإنشاء اللاحقة إذا لم تنظم في حاويات ( layers) معينة لكل عملية إنشاء.

هذا النهج قد يجد تعبير بواسطة أدوات جديدة الابتكار المتاحة للمصمم، والقادرة على تغيير طريقة التفاعل مع آلة النمذجة ، كما هو الحال مثلاً:

في شاشات LEP (Light Emitting Polymers)، وهي شاشات مشتقة من بوليمرات بلاستيكية قادرة على عرض صور متحركة على أسطح متعرجة ولينة ، وليس على شاشات الكريستال السائل كما حدث حتى الآن.

أو نظام أشعة الليزر القادر على توليد مناطق مضيئة في الفراغ (شكل22/2) ، مماثلة للصور المجسمة التي تم تنفيذها من قبل المعهد الوطني الياباني (AIST) للعلوم الصناعية والتكنولوجيا المتقدمة . باختصار العلماء اليابانيون اخترعوا نظام ليزر يمكن له أن يركز في نقطة في الفراغ ، محددة من عدسات موجه ومتحركة ، لإنتاج نقاط بلازما : بكلمات أخرى، الليزر يولد مناطق صغيرة مضيئة مكونة من هواء متأين (ionized)على الرغم من أن هذه التكنولوجيا في بدايتها، قد يكون خطوة مهم للجيل الجديد لاستخدام الفراغ لعرض صور مؤلفة من عناصر مشابه للفوكسل (volumetric pixel) . أي عنصر حجمي، يمثل فوكسل مكعب أو نقطة ذات لون معين في مجسم ثلاثي الأبعاد. الفوكسل هو عنصر في مجسم ثلاثي الأبعاد كما البكسل هو عنصر في سطح ثنائي الأبعاد.

ولذلك ، ليس هناك فقط مشكلة أجهزة ، أو إعادة تفسير الحوار التفاعلي بين الإنسان والآلة، ولكننا أمام قفزة نوعية نحو طريقة أكثر تقدماً في استخدام عناصر مبتكرة لسرد التصور.

في مساهمة قدمت في مؤتمر سيغراف -SIGGRAPH ( Special Interest Group on Graphics and Interactive Techniques) في 1998 ، حيث تقنيات الإظهار الرقمية كانت أقل تطورا بكثير مما هي عليه في الوقت الحاضر، كتبت هاغن مارغريت: إن هدف الإظهار، سواء كان بواسطة الرسم بالزيت أو بالأرقام، هو تحديد ومعالجة المعلومات البصرية من أجل توجيه انتباه المشاهد وتصوره. التكنولوجيا المتاحة تسمح بإنشاء نماذج تحتوي على الكثير من المعلومات: من رسم مقترح لنموذج بسيط مع عدد قليل من الأحجام حتى الوصول إلى الرسم التنفيذي. خلافا للإظهار الكلاسيكي ، التفاعل يلعب دورا مهيمنا ، ويمثل ميزة رئيسية تكمن في استخدام نموذج هندسي ثلاثي الأبعاد : فإنه يمكن الحصول على معلومات شكلية ومترية من خلال إنتاج إسقاطات متعامدة من أي اتجاه ووفقا للغرض المراد تحقيقه.

## 4-2 النمذجة التقليدية والكاد

على الأرجح وراء قصة النماذج هناك أكثر من ألف سنة ، ولكنها في عصر النهضة لعبت دورا هاماً في عرض المشاريع. منذ أربعمائة سنة كان هناك إنتاج كبير للنماذج المستخدمة لعرض المشاريع ، المواد المستخدمة كانت تختلف حسب الأجزاء المعنية للنمذجة: كان يستخدم الخشب لعمل النماذج الكبيرة ، ولكن أيضاً الطين والشمع للتفاصيل، أو حتى المعادن الثمينة للنماذج الأصغر. تقريبا لكل مشروع مهم ، وليس فقط الدينية ، كان يتم إنتاج نماذج متعددة تظهر الشكل العام أو التفاصيل. (Rosetti_2004)

بعض النماذج الرائعة وصلت إلينا في حالة ممتازة من الحفاظ وهي معروضة الآن في الكثير من متاحف العالم. كما استخدمت النماذج الخشبية في المسابقات، مثلاً النموذج الذي فاز به برونليسكي بعطاء قبة كاتدرائية فلورنسا: حيث قدم نموذج مصنوع من الخشب والطوب لإثبات قدرته على بناء القبة دون تسليح. في وقت لاحق ، فاز برونليسكي بعطاء لتنفيذ فانوس نفس الكاتدرائية مقدماً نموذج مفصل للغاية (كان بمثابة دليل لتوجيه العمال). بالنسبة ل ليون باتيستا ألبرتي العقل يتصور "فكرة المشروع" ولكن فقط الرسوم والنموذج يمكن أن يحسنوا ويصقلوا هذه الفكرة حتى تحقيقها بالكامل.

اليوم، بسبب التكلفة وكثرة البدائل المتاحة ، فقد توقف عمل نماذج ذو حجم كبير ، مثل نموذج سانغالّو (Sangallo) المذكور سابقاً ، حتى لو أن مجالات التطبيق لا تزال كثيرة: مثل نماذج دراسة الحجم، والهيكل، وتضاريس خطوط المنسوب (Contour line) ، الخ. ولكنها دائمة التبسيط وسريعة الزوال كما في كثير من الأحيان تنجز قبل أن يأخذ المشروع تعريف ناضج وكامل، تغيير النموذج أو عمل واحد أكثر تفصيلا؛ يعني استثمار جديد في الوقت والموارد الاقتصادية وهذا غير عملي في كثير من الأحيان.

## 5-2 النمذجة الرقمية

في المقابل النماذج "الرقمية" ثلاثية الأبعاد: شبكية (mesh) أو رياضية ( Nurbs)، تعطي فرص وأدوار جديدة في كيفية استخدام الإبداعية في التصميم. باستخدام التكنولوجيا الرقمية النموذج ليس شيئاً محدداً، فهو يبدأ بالحصول على المعلومات الأساسية ، ويمضي قدما في معالجة هذه المعلومات ، وفي البحث واختبار مختلف الحلول لإنتاج أنواع عرض متعددة ومختلفة: على الشاشة، وعلى الورق ، وعلى الفيلم ، وعلى الملفات للخضوع إلى المزيد من المعالجة وما إلى ذلك، حتى الوصول إلى نماذج مادية تتشكل تلقائياً باستخدام آلات تصنيع موصولة مع الكمبيوتر (النمذجة السريعة – Rapid prototyping) حيث توجد معلومات النموذج الرقمي.

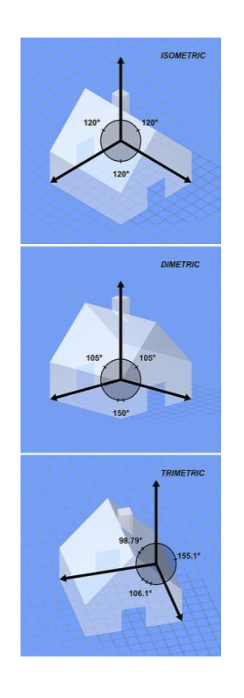
كما تأخذ الفكرة شكلها في كل التفاصيل، فإنه يمكن توليد أو استبدال أي نوع من الرسوم أو الصور، وفي نفس الوقت الاحتفاظ بقابليتها على التغير أو الاستكمال. من السهل أحداث تغييرات وتصحيحات على منتج التصوير الفوتوغرافي، المأخوذة من مراكز نظر "افتراضية"، كما هو الحال في استبدال التفاصيل،

إضافة عناصر بيئية ، وتغيير المواد والألوان والإضاءة. لعمل تصيير ثلاثي الأبعاد (Rendering 3d) جيد هناك الحاجة إلى مهارات جيدة في التصوير الفوتوغرافي لتوليد صورة قريبة من الواقع.

عملية إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد تعتبر أكثر تعقيدا من الرسومات ثنائية الأبعاد، وتتطلب أيضا ، المزيد من الوقت ومنهجية مجربة. لكنها تقدم مزايا سبق ذكرها: عند استكمال المهمة سيكون هناك نموذج كامل بكل التفاصيل، ويمكن إظهاره بشكل تفاعلي من أي مركز نظر ، مظلل واقعيا ، وهلم جرا. دون فقدان أي من الفرص التي يتيحها الرسم ثنائي الأبعاد. يمكن توليد تلقائيا إسقاطات مثل الخطط (plans) ، والواجهات (elevations) ، في مقاييس الرسم المناسبة . وتوليد تلقائيا المقاطع المطلوبة وإسقاطات أكسنومترية ، وتوليد تفاصيل البناء، وأي معلومات أخرى ضرورية لعملية التنفيذ.




شكل23/2: إظهار منظوري لنموذج ثلاثي الأبعاد – أطروحة تصميم عمراني–2005– جامعة روما لاسبينسا – كلية العمارة فالي جوليا نمذجة ثلاثية الأبعاد باستخدام أوتوكاد (الباحث)




شكل24/2: أنواع الأكسنومترية العمودية: ازومتري، ديمتري، تريمتري. (ويكيميديا كومنز)

**6–2 نمذجة ثلاثية الأبعاد باستخدام اوتوكاد**

لتسهيل عملية إظهار النماذج في الكاد ثلاثي الأبعاد، هناك إمكانية الإنتقال من الإسقاطات الموازية (الأكسنومترية العمودية والأكسنومترية المائلة) إلى الإسقاط المركزي (شاملاً الأنواع الثلاثة للمنظور: منظور بمستوى إسقاط رأسي، مائل أو أفقي) باستخدام الأوامر المختلفة. الإمكانية المعتمدة مثلا في أوتوكاد هي:

– إظهار إسقاطات أكسنومترية سواء باختيار مراكز نظر ثلاثية الأبعاد معينة سابقاً أو عن طريق كتابة الإحداثيات أو بطريقة تفاعلية .

- إظهار إسقاطات أكسونومترية بتحديد مركز النظر بالنسبة لنظام إحداثيات المستخدم الحالية ( User Coordinate System)؛
- إظهار أي نوع من الإسقاطات المنظورية سواء بتحديد مركز واتجاه النظر أو بطريقة تفاعلية؛

النمذجة ثلاثية الأبعاد يمكن أن تكون ثلاثة أنواع : - الإطار السلكي (wireframe model)؛ - النموذج السطحي (أو الشبكي) (surface model or mesh) ؛- النموذج الصلب أو المصمت (solid model) ولكل طريقة تقنياتها الخاصة في الإنشاء والتعديل. النموذج السلكي هو وصف أساسي وضروري لا يحتوي على أي سطح ، وهو مكون من حواف التي يمكن أن تكون خطوط أو/ ومنحنيات. النموذج السطحي بالإضافة إلى الحواف فهو مكون من أسطح. الجسم المصمت مكون من حواف وسطوح ومن جميع النقاط في الفضاء المحدد منها. عموما ، من الممكن تحويل نموذج مصمت إلى نموذج سطحي وهذا إلى نموذج سلكي ، ولكن لا يمكن تحويل نموذج سلكي إلى سطحي وهذا إلى نموذج صلب. نظراً لأن كل نوع من النماذج له أساليب مختلفة من الإنشاء والتعديل ومن الصعب جمع بين الأنواع المختلفة من النمذجة.

### 2-6-1- النمذجة الصلبة

النمذجة الصلبة : إنها نوع من النمذجة ثلاثية الأبعاد الأسهل للاستخدام ولكنها الأكثر محدودية. يمكن إنشاء بعض المجسمات البدائية المعدة مسبقاً مثل : المخروط ، الأسطوانة والكرة والطوق والإسفين والطارة .(Torus) الخصائص الفيزيائية لهذه المجسمات تشمل الكتلة ، الوزن ، ومركز الثقل ، الخ . ... لإنشاء المواد الصلبة الأكثر تعقيداً من الضروري الاستفادة من العمليات البوليانية (Boolean operator) الجمع والإضافة (Union) أو الطرح (subtraction) والتقاطع (intersection) (شكل21/1). وأنه يمكن دائماً تفكيك المجسم الصلب إلى الأسطح أو الخطوط التي تكونه، ويمكن أيضا قطعة إلى جزئين (Slice)، أو إجراء مقاطع (Section) بأي مستوى للحصول على أشكال ثنائية الأبعاد. التي قد تكون مفيدة للحصول على معلومات عن شكل وقياس هذه المقاطع، أو لاستكمال عملية النمذجة.

### 2-6-2- النمذجة السلكية

النمذجة السلكية (Wireframe modeling) تسمى بهذه الطريقة لأنها تكمن في تمثيل المجسم من خلال حوافه. وتسمح بإنشاء نماذج سلكية، عملياً يحصل على هيكل المجسم من خلال وضع خطوط ومنحنيات في أي نقطة من الفراغ، بإدخال الإحداثيات أو بتوصيل نقاط الكيانات المرسومة سابقاً. المعلومات ليست سوى تلك التي تتعلق بالكيانات الهندسية البدائية ( Primitives). في هذه الحالة عمليات الرسم تستغرق وقتا أطول وتتطلب ممارسة وخبرة. كل عملية إنشاء هندسي، لرسم كل عنصر من عناصر النموذج (خطوط مستقيمة و/أو منحنيات) ، تتم بشكل مستقل بالنسبة لعمليات الإنشاء الأخرى. على سبيل المثال لرسم النموذج السلكي لقبو دائري (Barrel vault) ، يجب رسم الخطة المستطيلة، واثنين من الأقواس

الدائرية وأخيراً رسم كرابط بين هذه الأقواس مجموعة من الخطوط المستقيمة بحيث تكون متباعدة بشكل متساوي لمحاكاة سطح القبو المنحنى.

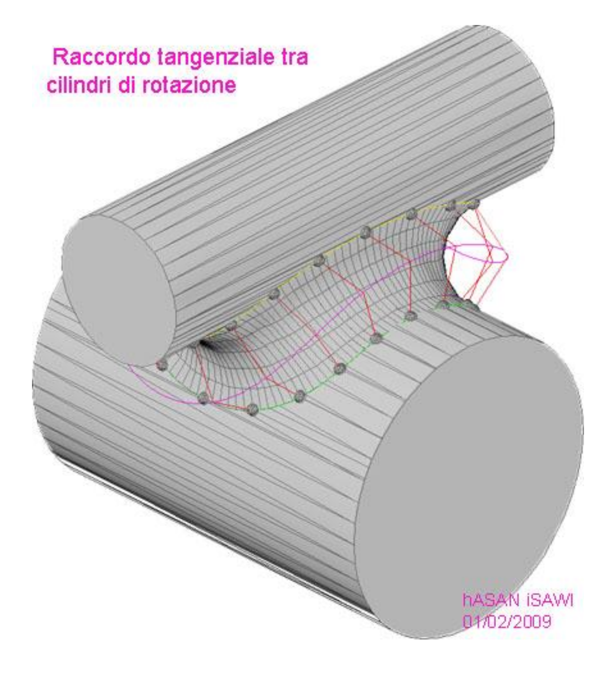
يمكن رسم بعض الكيانات السلكية ثلاثية الأبعاد : مضلع ثلاثي الأبعاد (استمرارية بين خطوط مستقيمة لا تنتمي إلى نفس المستوى)، والكيانات سبلاين (Spline)، يمكن تحديد أي مستوى حيث يرغب رسم كيان ما أو رسمه على المستوى الأفقي xy المطلق ومن ثم استنساخه، أو نقله للوصول إلى الوضع المطلوب . الرسم السلكي يتطلب معرفة جيدة بمفاهيم الهندسة الوصفية لاختيار الأنسب منها لتسهيل عمليات الإنشاء الهندسي. الرسم في الفراغ يتطلب معرفة جيدة بالخاصية الهندسية للكيان الذي يراد رسمه، وبالتالي معرفة موضع مستوى الرسم الذي يلبي تلك الخاصية. على سبيل المثال ، لرسم شكل ينتمي إلى مستوى مائل ، يمكن اعتماد طريقتين:

- الطريقة الأولى تكمن في استخدام نفس المستوى لإجراء كل الإنشاءات الهندسية، كما في الطريقة التقليدية، ومن ثم تقويم (عكس إفراد) الإسقاطات الرأسية لإنشاء النموذج المطلوب. هذه الطريقة تشابه عملية بناء نموذج من الورق المقوى.
- الطريقة الثانية تكمن في إنشاء العناصر المطلوبة مباشرة في الفراغ باستخدام مستويات إنشاء متعددة.

### 2-6-3- النمذجة السطحية

النمذجة السطحية (Mesh ) تعتبر أكثر تطورا من النمذجة السلكية، لأنه و بالإضافة إلى الحواف ، النموذج مكون أيضاً من أسطح. النموذج محدد بواسطة شبكة (Mesh ) مكونة من مثلثات .وبما أن كل ثلاث نقاط (غير مصطفة) تحدد مستوى واحد فقط ، فإن النموذج السطحي يمكن أن يكون أيضا تمثيل تقريبي للأسطح المنحنية.

المضلع الشبكي (Mesh) يمثل مجموعة من الرؤوس والحواف والوجوه التي تحدد شكل نموذج متعدد السطوح .الوجوه عادة ما تتألف من مثلثات، رباعيات أو غيرها من المضلعات البسيطة، "المش" المكونة من شبكة مستطيلة M x N حيث M و N تدل على عدد الأعمدة والصفوف لتحديد كل رأس من رؤوس الشبكة. ينبغي تحديد إحداثيات رؤوس كل وجه. كل رأس له رقم يحدده. يمكن استخدام "المِش" لإنشاء نموذج طبوغرافي ، والذي من الصعب إنشائه بالطرق الأخرى .يمكن إنشاء "المش "بعدة طرق، منها استخدام الأوامر ثلاثية الأبعاد، أو بإدخال النقط مباشرة . (scanner 3D) أو يمكن إنشاء المش عن طريق رسم شكلين كحواف للمضلع الشبكي.




شكل25/2: سطح كونز ذات توصيل مماسي بين أسطوانات دائرية. (الباحث)

حواف المضلع الشبكي يمكن أن تكون خطوط مستقيمة، أو منحنية ( إهليجية، دائرية (مضلعات ثنائية أو ثلاثية الأبعاد، أو سبلاين– spline) . بالإضافة إلى أنه يمكن استخدام النقط ولكن في إحدى الجانبين فقط. هذه الأشكال ينبغي أن تكون كلاهما مفتوحة أو كلاهما مغلقة. مثلاً إذا اخترنا الدائرة كواحد من الشكلين التي تحدد "المش"، الشكل الآخر يجب أن يكون مثلاً إهليج، أي شكل مغلق مثل الدائرة.

أسطح كونز (Coons) هي أسطح (mesh) باتجاهين M وN ، يحصل عليها بعملية تقريبية (interpolate) بين أربعة حواف محددة منطقة مغلقة. والتي كل منها يمكن أن يكون مكون من خطوط مستقيمة، منحنية، مضلعات أو سبلاين، بشرط أن مشتركة النقاط النهائية لكل حافتين.

باستخدام هذا النوع من الأسطح يمكن إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد صعبة التنفيذ باستخدام النمذجة الصلبة. مثلاً في الشكل 25/2، يمكن ملاحظة سطح كونز في التوصيل المماسي بين أسطوانتين.

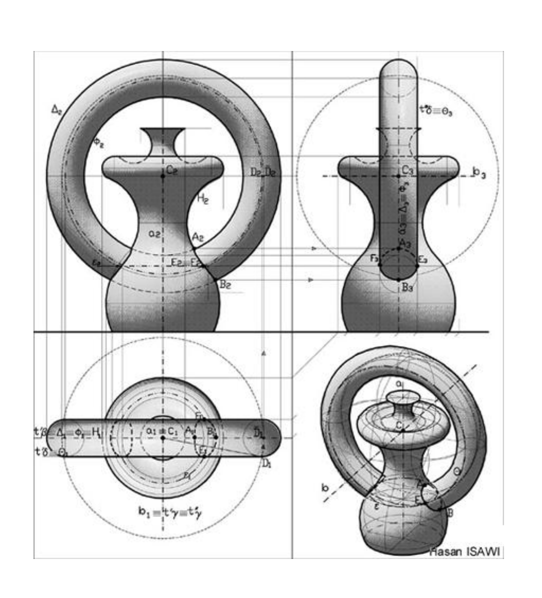
### ***2-7- نماذج مصممة سهلة التنفيذ***

فيما يلي هناك نماذج صلبة، سهلة التنفيذ باستخدام الأدوات الرقمية

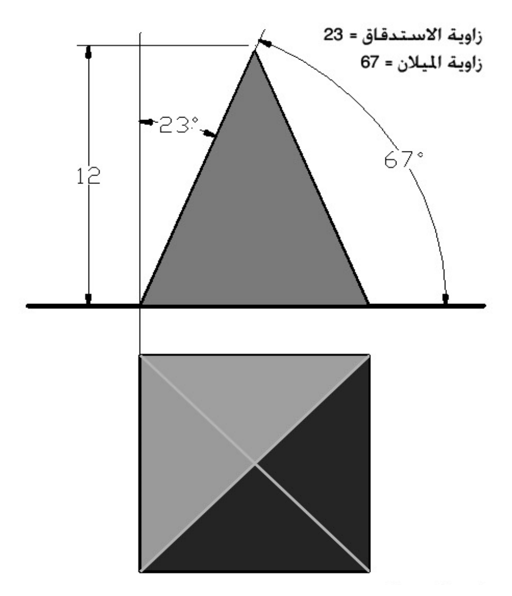
2-7-1- أسطح دورانية (Revolve Surface)

تعتبر من الأسطح سهلة التنفيذ باستخدام الأمر" Revolve" ، على شكل ثنائي الأبعاد. في هذه الحالة، بالإضافة إلى رسم الشكل الجانبي Δ للسطح، يجب تحديد محور الدوران a . بحيث a و Δ ينتميان إلى نفس السطح ويشكلان مع بعضهما منطقة مغلقة. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي تحديد زاوية الدوران، مثلاً،

إذا كان لدينا مستطيل كشكل جانبي لقبو دائري، فإنه يكفي اختيار إحدى أضلاعه كمحور للدوران، وتحديد زاوية الدوران ب 90 درجة .




شكل26/2: تقاطع بين أسطح دوارنية برواسم منحنية. (الباحث)




شكل27/2: إسقاطات مونجية لهرم قائم بقاعدة مربعة. يلاحظ أن زاوية ميلان واجهة الهرم وزاوية الاستدقاق (Taper angle) هما زاويتان متتامتان. (الباحث)

2-7-1-أسطح البثق (extrusion surface)

هي الأسطح التي يمكن الحصول عليها عن طريق بثق مقطع ثنائي الأبعاد طول مسار محدد. المقطع يمكن أن يكون شكل متعدد الخطوط (Polyline) مغلق، مضلع، مستطيل ، دائرة ، إهليج ، شريحة مغلقة (Spline). مسار البثق يمكن أن يكون خط مستقيم، شكل متعدد الخطوط ثنائي أو ثلاثي الأبعاد مفتوح. بعد عملية البثق السطح يتكون من سلسلة مضلعات موضوعة على طول المسار المحدد. بالإضافة إلى تحديد المسار أو قيمة ارتفاع البثق كما هو الحال في عملية بثق المنشور (يمكن أيضا تحديد زاوية الاستدقاق (Taper angle) . مثلاً لإنشاء النموذج ثلاثي الأبعاد لهرم قائم بقاعدة مربعة ( شكل 27/2 )ينبغي رسم الإسقاطات المتعامدة للهرم لمعرفة قيمة ارتفاع قمة الهرم (مثلاً 12) وقيمة زاوية ميلان الاوجهة الجانبية للهرم ( 67 درجة)، وزاوية الاستدقاق ( 23 درجة). ينبغي ملاحظة أن زاوية الميلان وزاوية الاستدقاق هما زاويتان متتامتان . (Complementary) .

اليوم لا يمكن إنكار حقيقة أن الكمبيوتر ينفذ بدقة أكبر العديد من المهام التي كانت من السمات الحصرية للهندسة الوصفية. المشكلة الحالية لا تتعلق بتدريس ايعازات وخيارات برمجيات الكاد ( CAD)، بل بتدريب العقل على معرفة المواضع الفراغية للكيانات الهندسية، المراجع ثلاثية الأبعاد، وبشكل خاص مفاهيم وتقنيات الهندسة الوصفية الضرورية في العمليات التي تسبق او تلحق التوليد التلقائي للنماذج.

الوضع الحالي يرغمنا على مناقشة طريقة جديدة للتدريس، حيث باحثين ومدرسين وخبراء في مقررات الرسم يجب أن يشاركوا في صياغتها ، مهمتهم تكمن في فهم كيف نقل معرفة ومنطق الهندسة الوصفية باستخدام الأدوات الرقمية. في هذا الصدد من المهم جداً، عدم التجمد في تدريس تقنيات أساليب الإظهار فقط ، بل التركيز على توعية الطلاب على تصور وتخيل نشأة التكوين الفراغي للأشكال الهندسية المختلفة. وفقط عندئذ بعد اكتساب القدرة على إدراك الفكرة الفراغية يمكن إنشائها بالاعتماد على قواعد ومسلمات الهندسة وباستغلال الإمكانات الكبيرة التي توفرها برمجيات الكمبيوتر.

التعاون في البحث بين الهندسة والتخصصات الأخرى يمكن أن يعطي نتائج مهمة في جميع المجالات. للكمبيوتر دور أساسي في إنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد (الرقمية أو المادية)، التي تعطي إمكانية التحقق من خصائص التصاميم. في هذا السياق الهندسة الوصفية تمثل أداة تدريب ضرورية للبحث والمعرفة وتحليل العمارة. (Corazzi. R. 2008)

## الفصل الثالث:خلفية البحث المقترح على مستوى وطني ودولي

تلخيص: هدف هذا الفصل هو معرفة الوضع الحالي لمنهجية تدريس مقررات الرسم في الجامعة الأردنية ومقارنته مع عدد من الجامعات المحلية والعربية والدولية. لهذا الغرض تم جمع وتحليل بيانات متعلقة بمتغيرات مثل: – العلاقة النسبية بين متوسط عدد الساعات المكرسة لتدريس الرسم باستخدام الأدوات الرقمية (و/أو التقليدية) وتلك الإجمالية المخصصة لنيل درجة البكالوريوس في العمارة؛ – الموضوعات المتناولة في المقررات المختلفة؛ – أراء الطلاب والمهنيين حول فاعلية استخدام الأدوات الرقمية في تدريس الهندسة الوصفية.

بالإضافة إلى ذلك وبهدف الوصول إلى فهم أفضل من فائدة طريقتي الرسم الرقمية والتقليدية, تم عمل مقارنة بينهما من خلال حل مسائل هندسية معينة (فصل الملاحق).

### *1-3 مقدمة*

الرسم هو الوسيلة التي يستخدمها المهندس لتكوين وتواصل المشروع المعماري. ليس الرسم الناتج من بديهية وخبرة فنان ماهر، لأن المهندس المعماري لا يهتم فقط بجماليات المبنى، بل أيضاً بالتحقق من الشكل والمقاس والمواصفات التقنية، وبصفات أخرى كثيرة. والتي يمكن تلخيصها بالمصطلح التحكم المتري والإدراكي (Metric_and_perceptual_control). على وجه الخصوص، من خلال استخدام الهندسة الوصفية، المهندس يمارس كيفية إنشاء النماذج الرسومية للأشكال في الفراغ ثلاثي الأبعاد ويدرس خصائصها الهندسية.

لتنفيذ رسومات المشروع، المهندس بحاجة أولاً إلى مهارته في الرسم الحر، ومن ثم ترجمة بديهية وتلقائية الرسم الحر إلى مخططات دقيقة، والتي يمكن رسمها بالمسطرة والفرجار وغيرها من أدوات الرسم التقني. من بين هذه الأدوات منذ أواخر الثمانينات تم إدخال الكمبيوتر، الذي يستخدم الآن على نطاق واسع ولا يسمح بالرسم ثنائي الأبعاد فقط ، بل أيضاً بالنمذجة الرقمية ثلاثية الأبعاد.
بدون هذه الأداة لم يكن من الممكن إنجاز الكثير من المشاريع المعمارية الجريئة في السنوات الأخيرة.
ونستنتج من ذلك أن تدريس الرسم في كلية الهندسة المعمارية ، يجب أن يشمل الآن :

1. الرسم الحر ، الذي لا يزال الوسيلة الأكثر فعالية والأسرع لتسجيل فكرة فراغية ما.
2. الهندسة الوصفية والتي تدرب على إدراك الفراغ وفهم قواعد وأساليب إظهاره.
3. وأخيرا الرسم التقني ، بما في ذلك الرسم الرقمي.

هذه التخصصات تساهم جميعها في تكوين طالب العمارة لإعطائه القدرة على تصميم الفراغ المعماري.

منذ منتصف القرن العشرين، مع عدد قليل من الاستثناءات، التطورات الوحيدة لهذه المادة، كانت مرتبطة بالمجال التجريبي في عمليات الرسم. الأساليب التي نتجت كان لها دور هام في الهندسة الوصفية ولعلم الهندسة بشكل عام. حدث التمثيل الرقمي أعطى العلماء أداة قادرة على الإعراب بإيجاز عن مشاكل كان يمكن حلها بالطرق الرياضية فقط. أداة قادرة على الرسم في الفراغ بشكل أكثر دقة وبجودة أعلى (ديناميكية ، تظليل ، تفاعل ، ... الخ). (Migliari 2001)

الهندسة الوصفية هي العلم الذي يدرس طلاب العمارة والهندسة كيفية نمذجة وإظهار الأشكال ثلاثية الأبعاد . على الرغم من أن اسم الهندسة الوصفية صيغ في عام 1795 من قبل غاسبار مونج ، فهي الأقدم من بين الانجازات العامية على مستوى عالمي. لأنها شملت نظريات وتطبيقات ابتداءاً من المنظور، ونظرية الظلال والتظليل (chiaroscuro) ، ورسم الطراز الكلاسيكي ( classical order)، وعلم قطع الحجارة ( Stereotomy) والأخشاب ، ورسم الترس المسنن (او التقنيات الميكانيكية لنقل الحركة- Gear) وغيرها الكثير التي ليس هناك الحاجة إلى ذكرها. لهذا، فالهندسة الوصفية كانت دائما مهمة في تكوين المناهج الدراسية لطلاب الهندسة والعمارة.

في الربع الأخير من القرن الماضي ، مع تطور التكنولوجيا السريع (أجهزة وبرامج) المسائل التي كان من قبل يتم حلها بواسطة الرسم التقليدي فقط، وجدت الآن حل ول بواسطة الرسم الرقمي (أي بواسطة الرياضيات) التي تتجلى بنفس النتائج التصويرية للهندسة الوصفية. تطوير الخوارزميات الرياضية أثرى أيضاً نظريات الهندسة الوصفية.

### *3-2- دراسة مناهج وخطط مقررات الرسم الهندسي في كليات العمارة في عدد من الجامعات المحلية والعربية والدولية*

القصد من هذا الفصل هو فهم الوضع الحالي لتدريس مقررات الرسم في قسم العمارة في الجامعة الأردنية ومقارنته مع عدد من الجامعات المحلية والعربية والدولية. بشكل عام عمليات التعليم والتعلم تتضمن عدة مجالات منها البرامج والمناهج والمقررات، طرق التدريس وأساليب التعلم، عمليات تقويم الطلاب، أدوات ووسائل نقل المعرفة (كتب وتكنولوجيا التعليم، الأجهزة وتجهيزات المعامل، المكتبة ومراكز تكنولوجيا المعلومات). هذا الفصل يتناول بشكل رئيسي مقررات الرسم التي تعتمد أساسا على مفاهيم الهندسة الوصفية وتطبيقاتها المحتملة باستخدام أدوات الرسم الرقمية. من خلال استطلاع منهجية ووصف هذه المقررات ومفرداتها، وبالإشارة إلى النسبة المئوية للساعات المعتمدة المخصصة لتدريس مقررات الرسم الهندسي بالنسبة للساعات الإجمالية لنيل درجة البكالوريوس في الهندسة المعمارية؛ ومن ثم الإشارة للنسبة المئوية المكرسة لتدريس الهندسة الوصفية بالنسبة للساعات الإجمالية لمقررات الرسم؛ ومن ثم معرفة الوقت المكرس لاستخدام أدوات الرسم الرقمية.

من بين الحالات الدراسية في الجامعات العربية والأجنبية، سيتم التركيز على الجامعات (مثل جامعة روما سابينزا) التي اهتمت بشكل خاص بموضوع دمج تدريس الهندسة الوصفية مع التطبيقات الرقمية في تمثيل العمارة. حيث سنتناول بالتفصيل إحدى دروس أحد أساتذتها البارزين ملياري (Migliari_2004) لفهم المزيد من التفاصيل عن هذا التكامل.

مقارنة مقررات الرسم في الجامعة الأردنية مع غيرها من الجامعات العربية والأجنبية سيعطي رؤيا أكثر وضوحا للوضع الراهن، وربما القدرة على صياغة توصيات حول التكامل بين تدريس مفاهيم الرسم الهندسي وتقنيات التكنولوجيا الرقمية، وعلى فهم كيفية إيجاد التوازن بين طريقتي الرسم التقليدي والرقمي، وعلى معرفة إجراءات تنظيمية أخرى مثل الطرق الأنسب لترتيب نزول مقررات الرسم .

### 3-2-1- أسباب شموله البحث لجميع مقررات الرسم

المنهجية الأولية المفترضة لهذا البحث في فهم الوضع الحالي لتدريس الهندسة الوصفية، كانت تعتمد على استكشاف الخطط الدراسية في عدد من كليات العمارة والاطلاع على أدوات الرسم المستخدمة في تدريسها. ولكن لأسباب عدة مثل تقسيم مواضيع الهندسة الوصفية إلى عدة مقررات بتسميات مختلفة (مثل ظل والمنظور، الإظهار المعماري، علم الإظهار الخ) تم توجية البحث بحيث يشمل دراسة وتحليل لجميع مقررات الرسم، أي مواجهة تلك المقررات التي تشمل مواضيع مثل الإنشاءات الهندسية، والنمذجة ثلاثية الأبعاد، والإظهار المعماري. في هذا الصدد ينبغ الإشارة إلى أنه من بين الواحد والعشرون جامعة المأخوذة كحالات دراسية، يلاحظ في الجداول المتعلقة أن نسبة **30٪** فقط من هذه الجامعات تشمل في خططها مقرر الهندسة الوصفية. على الرغم من حقيقة أن وصف معظم مقررات الرسم في هذه الجامعات (ملحق 1) يشمل مباشرة المواضيع النموذجية للهندسة الوصفية. وهذا كان واحد من أهم الأسباب التي دفعت لتوسيع نطاق البحث ليشمل جميع مقررات الرسم التي تتناول الموضوعات الكلاسيكية للهندسة الوصفية.

لهذا الغرض، بمجرد الانتهاء من جمع المعلومات حول مقررات الرسم في الجامعات المختلفة، سيتم تحليل هذه المعلومات من خلال الإجابة على الأسئلة التالية:

1. هل برنامج الهندسة الوصفية متكامل مع برامج مقررات الرسم الأخرى. أو بالأحرى، هل يوجد استمرارية في مقررات الرسم فيما يتعلق بمفاهيم وتقنيات الهندسة الوصفية؟. وبالإشارة إلى موضوع البحث، هل تتناول مقررات الرسم بالحاسوب مفاهيم الهندسة الوصفية؟. بكلمات أخرى، هل هناك تكامل بين مفاهيم الهندسة الوصفية وتقنيات النمذجة الحاسوبية، أو يتم تدريسهما كموضوعين منفصلين؟.
2. ما هي طريقة تدريس الهندسة الوصفية، تقليدية، رقمية أو كلاهما ؟
3. هل يتضمن مقرر الهندسة الوصفية، بغض النظر عن أدوات الرسم المستخدمة، جميع أنواع أساليب الإظهار، مثل الأكسنومتري التريمتري المائلة (oblique trimetric axonometry) ؟.
4. ما هي الطريقة الأنسب لترتيب نزول مقررات الرسم ؟.
5. ما هو متوسط الساعات المعتمدة لتدريس مقررات الرسم بالنسبة لإجمالي الساعات المعتمدة لنيل درجة البكالوريوس في العمارة في الجامعات قيد الدراسة ؟.
6. ما هي نسبة الساعات المعتمدة لتدريس مقررات الرسم في الجامعة الأردنية بالنسبة لمتوسط نفس المقررات في الجامعات قيد الدراسة؟.
7. ما هي العلاقة النسبية بين الساعات المعتمدة لمقررات الرسم الرقمية ومقررات الرسم التقليدية في الجامعات قيد الدراسة؟.

**3-2-2 قائمة الجامعات قيد الدراسة**

فيما يلي هناك قائمة بالجامعات التي تم اختيارها كحالات دراسية

| الجامعات الأردنية | الجامعات العربية | الجامعات الدولية |
|---|---|---|
| جامعة فيلادلفيا | الجامعة الأردنية | جامعة روما سابينزا |
| جامعة العلوم والتكنولوجيا | جامعة دمشق | جامعة معهد ملبورن الملكي للتكنولوجيا (RMIT)/ استراليا |
| جامعة الإسراء | جامعة الملك سعود | جامعة كورنيل (Cornell)/ ولاية نيويورك |
| الجامعة الأردنية الألمانية | جامعة البحرين | جامعة كارنيجي ميلون (Carnegie_Mellon)/ بنسلفانيا |
| جامعة آل البيت | جامعة الأميركية دبي | جامعة سان فرانسيسكو |
| جامعة البلقاء التطبيقية | جامعة أم القرى/ السعودية | جامعة هونغ كونغ |
| جامعة البتراء | الجامعة التكنولوجية/ العراق | |

***3-3 مقررات الرسم وعلاقتها النسبية في عدد من الجامعات الأردنية***

وفقا لأخر تصنيف ل"ويب متريكس (Webometrics)، تمكنت ( 12) جامعة أردنية (رسمية وخاصة) من الحضور في أفضل مائة جامعة عربية من بين 20 الف جامعة عالمية. ويب متريكس يعد أكبر هيئة عامة للبحوث في أسبانيا، مختص بتقييم الجامعات في مختلف الدول وفقاً لما تنشره في مواقعها الإلكترونية.
وحصدت الجامعات الأردنية المرتبة الثالثة، والجامعات السعودية المرتبة الأولى تلتها الجامعات المصرية في المرتبة الثانية.

وبحسب هذا التصنيف العالمي فإن الجامعات الأردنية تقدمت خطوات مهمة خصوصا بالنسبة للجامعات الإقليمية. وتشير نتائج هذا التصنيف، الذي ينفذ مرة كل ستة أشهر، إلى أن الجامعة الأردنية حصلت على المرتبة 2462، وجامعة العلوم والتكنولوجيا، على المرتبة (2655)، تلتها جامعة اليرموك (3005) وبعدها الهاشمية (3880)، ثم جامعة البترا (4346)، ففيلادلفيا (4420)، الجامعة العربية المفتوحة – فرع الأردن (4499)، وآل البيت ( 4637)، البلقاء التطبيقية ( 4955)، مؤتة ( 5330) والألمانية -الأردنية (5666). أما عربياً، فقد حصلت الجامعة الأردنية على المرتبة ( 18) تلتها العلوم والتكنولوجيا (19) ثم اليرموك (26)، فالهاشمية ( 38)، البترا ( 40)، فيلادلفيا ( 44)، العربية المفتوحة –فرع الأردن ( 45)، جامعة آل البيت (50)، البلقاء التطبيقية (57)، مؤتة (64)، الألمانية– الأردنية (69).

3-3-1 ملاحظة منهجية

في محاولة لتجنب تجاوز الحد الأقصى من عدد صفحات المسموح به لهذا النوع من الأطروحات ( 250 صفحة)، فقد تم وضع أوصاف مقررات الرسم للجامعات قيد الدراسة (فقرة 3-2-2) في فصل الملاحق (ملحق_1).

لذلك في الفقرات التالية، وباستثناء الجامعة الأردنية، تم عرض الجداول التي تضمن بيانات مثل مقررات الرسم التي تدرس في هذه الجامعات؛ وعدد الساعات المعتمدة لتدريس الرسم سواء بالأدوات التقليدية أو الرقمية، وأخيرا مجموع الساعات المعتمدة لتدريس جميع مقررات الرسم. بالإضافة إلى ذلك هذه الجداول تشمل أيضا النسب المئوية المكرسة لتدريس جميع مقررات الرسم بالنسبة للساعات المعتمدة المطلوبة لنيل درجة البكالوريوس في الهندسة المعمارية من مختلف الجامعات قيد الدراسة.

### 3-3-1- الجامعة الأردنية

جدول3/ 3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (172=100%) لمواد الرسم [1] في قسم العمارة في الجامعة الأردنية.

| المقررات | هندسة وصفية Engineering Drawings & Descriptive Geometry | إظهار معماري Architectural Drawing & Presentation | رسم حر(1+2) Free_Hand Sketching | رسم معماري بالحاسوب Computer Architectural Drawing | مهارات اتصال معماري Architectural Communication Skills |
|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 3 (1،74%) | 3 (1،74%) | 2 (1،16%) | 2 (1،16%) | 2 (1.16%) |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم التقليدي: 6.5 (3.77 %) [2] | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم الرقمي: 5.5 (3.2 %) [3] | | | | | |
| إجمالي ساعات مواد الرسم: 12 (6.97 %) | | | | | |

### 3-3-1-1 وصف مقررات الرسم في الجامعة الأردنية

3-3-1-1-1 مقرر الهندسة الوصفية

مقرر الهندسة الوصفية (2011/2010) في كلية العمارة في الجامعة الأردنية يحمل اسم الرسم الهندسي والهندسة الوصفية، وكما يلاحظ في الجدول 3/3 يتم تدريسها في الفصل الأول من السنة الأولى. في نفس المقرر يتم تدريس تطبيقات الرسم باستخدام برمجيات متجهية (Vector graphics)، وخصوصاً أوتوكاد.

---

[1] المقصود من مصطلح مقررات الرسم هو الإشارة بشكل عام إلى تلك المقررات التي تتناول بشكل مباشر مفاهيم وتقنيات الهندسة الوصفية في المجال التقني والفني سواء باستخدام أدوات الرسم التقليدية او/و الرقمية.

[2] نسبة ساعات الرسم التقليدي = 1.5 (هندسة وصفية) + 3 (إظهار معماري) + 2 (رسم حر) = 3. 5 (3.2 %).

[3] نسبة ساعات الرسم الرقمي = 1.5 (هندسة وصفية) + 2 (رسم معماري بالحاسوب) + 2 (مهارات اتصال معماري) = 3. 5 (3.2 %).

الوصف العام لمقرر الهندسة الوصفية، باستطلاع خطة العام الدراسي الحالي لكلية الهندسة والتكنولوجيا وجدنا الوصف العام لمقرر الهندسة الوصفية والذي ينص على ما يلي: معدات الرسم واستخدام الأدوات. الخط الهندسي وأنواع الخطوط ( Lettering) والإنشاءات الهندسية ( Geometric_construction)، الرسم الحر ( Sketching) ووصف الأشكال. أساسيات الهندسة الوصفية ، عمليات الإفراد والتقاطع (Developments and intersections) والاكسنومتري ( Axonometric)، المنظور، الإسقاطات المتعددة (Multiview projection)، الإسقاطات الرئيسية (Principal views)، الممارسة التقليدية ( Conventional practice)، ومقاطع طولية (sectional views) . الإسقاطات المساعدة (Auxiliary views).

وضع القياسات التقنية ( Dimensioning_techniques) . ويسير المنهاج بالتوازي مع الرسم بمساعدة الحاسوب: مقدمة، مساعدات الرسم ( Drawing aids)، الإنشاءات الهندسية، إيعازات الرسم (commands)، التحرير، والطباعة، المقاطع، والطبقات ( layers)، الإظهار التصويري (منظور، أكسنومتري).

3-3-1-1-2 الرسم والإظهار المعماري

وسائل التعبير المعماري في الرسم والإسقاط المعماري والمنظور الهندسي والتعامل مع المنظور بنقطة تلاشي واحدة أو بنقطتين ؛ المنظور الداخلي والخارجي ؛ دراسة الظل والظلال؛ إسقاط المباني بأشكالها وتكويناتها المختلفة.

3-3-1-1-3 الرسم الحر1

إدراك العناصر المعمارية وأحجامها وملمسها وألوانها والمواد الداخلة في تشكيلها وطرق التعبير عنها بالرسم اليدوي، تكبير المناظر وإسقاطها؛ السكتشات كوسيلة من وسائل التعبير للأشكال والبيئات الطبيعية. تنفذ التمارين بشكل فردي أو بمجموعات لإسقاط الأشكال المختلفة. السكتشات تشمل النباتات ، والأشياء والأشخاص، باستخدام قلم رصاص ووسائل الاتصال الأخرى ، مع إيلاء اهتمام خاص إلى النسب الجمالية للكيانات.

3-3-1-1-4 الرسم الحر2

المبادئ الأساسية لتقنيات الجرافيك والتصوير كأداة توثيق بصري للتشكيلات الفنية بشكل عام والمعمارية بشكل خاص؛ مبادئ التكوين ثنائي وثلاثي الأبعاد وبناء مجسمات لأشكال تجريدية معمارية والتدريب على رسمها وإظهارها بقلم الرصاص والألوان المائية. مبادئ تكوين وهيكلة كيانات ثنائية وثلاثية الأبعاد. بناء نماذج تجريدية للعمارة.

3-3-1-1-5 مهارات اتصال معمارية (computer arch. Drawing)

وسائل الاتصال المعمارية الحديثة لتنمية الحس الفني لدى الطالب وكيفية معالجة مختلف التشكيلات البصرية. وتطبيقات عملية باستخدام البرمجيات وسبل تكنولوجيا المعلومات في عملية الاتصال المعماري. التعبير عن الفنون التشكيلية والأفكار التصميمية بين الواقع والتشبيه.

6-1-1-3-3 الرسم المعماري بالحاسوب

استعمال الحاسوب في الرسم المعماري إعداد الرسومات التصميمية والتفصيلية المعمارية ثنائية الأبعاد؛ استعمال برامج الرسم المعماري المختلفة الخاصة بالحاسوب. ويهدف المقرر تعريف الطلاب بالأدوات اللازمة لتنفيذ المخططات. المساق مقسم إلى جزئيين: الأول يتناول تدريس الرسم باليد الحرة و بالأدوات التقليدية؛ تمارين في ممارسة المنظور، الإسقاطات المتعامدة والأكسونومتري ،أهمية النسب؛ المعايير الدولية لمختلف المواد معرفة الرموز والملاحظات .الجزء الثاني من المقرر يتناول تدريس استخدام البرمجية أوتوكاد لتنفيذ الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد.

### 2-1-3-3 ملاحظات متعلقة بمقرر الهندسة الوصفية

ينبغي الإشارة إلى أن مرجعية تحليل المواضيع والتقنيات المستخدمة في تدريس الهندسة الوصفية والرسم الهندسي في كلية الهندسة والتكنولوجيا في الجامعة الأردنية، تعتمد على الخطة الدراسية المصاغة من قبل الدكتور محمد رياض (ملحق1). هذا المنهج يشمل وصف للمقرر؛ الإجراءات التعليمية؛ والجدول الدراسي لطريقتي الرسم اليدوية والرقمية على حد سواء.

كما يلاحظ في قائمة المواضيع المدرجة في البرنامج الدراسي المعتمد من قبل الدكتور رياض (ملحق1_3)، ان هناك منهجين منفصلين: واحد يتعلق بتطبيقات الهندسة الوصفية باستخدام الأدوات التقليدية (المسطرة والفرجار) والأخرى تضمن تقنيات الرسم الحاسوب باستخدام البرمجية أوتوكاد. حيث يمكن ملاحظة ان تطبيقات الهندسة الوصفية تتم باستخدام أدوات الرسم التقليدية (مسطرة وفرجار). وبما أن القصد من هذا البحث توضيح فعالية الفراغ الافتراضي في تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية، فمن المهم إعطاء لمحة عامة عن التطبيقات الحاسوبية لهذه المواضيع باستخدام الفراغ الافتراضي (الملحق2). أي طريقة تطبيق مفاهيم الهندسة الوصفية من خلال استخدام البرمجية المعتمدة أوتوكاد. مثلا، القطع المخروطية (قطع ناقص، قطع مكافئ، قطع زائد) يمكن تحديدها كمقاطع مستوية لمخروط ثنائي ( Quadric_cone)، أي المخروط الذي يقطعه مستوى ما في قطع مخروطي. عمليات تحديد القطع المخروطي الناتج من تقاطع مخروط K بمستوى $\alpha$ يتم باستخدام مستويات مساعدة بحيث تقطع المستوى $\alpha$ وتمر بقمة K . نتيجة التقاطع بين المستويات المساعدة مع $\alpha$ و K ، نحصل بالتوالي على خطوط ورواسم. تقاطع الخطوط والرواسم لكل مستوى مساعد تشكل نقاط القطع المخروطي المطلوب. ويمكن تحديد نقاط القطع المخروطي باستخدام التآلف ( Omology) بين قاعدة المخروط وإسقاط القطع المخروطي على نفس مستوى القاعدة. لتطبيق التآلف هناك الحاجة لتحديد المركز ومحور التآلف ونقطتين او خطين متآلفين. في الفراغ الافتراضي، بمجرد توليد نموذج المخروط بواسطة تحديد الراسم ومحور الدوران (في حالة المخروط الدوراني) ، يمكن الحصول على أي قطع مخروطي بتعين ثلاثة نقاط من المستوى القاطع $\alpha$. للاطلاع على الإجراءات التفصيلية لكيفية تحديد الأنواع المختلفة من القطع المخروطية ، يمكن مراجعة مسألة ظل خط مستقيم على مخروط في الفصل الرابع .

### 3-3-1-3 مقارنة لمنهجية مقررات الرسم لخطتي الأعوام 2001 و 2010

بمقارنة الخطط الدراسية للاعوام 2011/2010 مع الخطة الدراسية 2001 /2002 ، لكلية العمارة في الجامعة الأردنية ، نجد أن هناك زيادة في عدد المواد بالنسبة لخطة العام الدراسي 2001 /2002، وبشكل عام يمكن رصد الملاحظات الآتية:

1. تباين في عدد الساعات المعتمدة.
1. عدم وجود مواد رسم في قائمة المواد الاختيارية في كلا الخطتين.
2. كثافة المقررات، حيث يوجد 8 مواد دراسية في أكثر الفصول خاصة في خطة العام الدراسي 2011/2010.
3. قلت متطلبات الجامعة 3 ساعات معتمدة .
4. زادت متطلبات الكلية 3 ساعات معتمدة.
5. زادت متطلبات التخصص 13 ساعة معتمدة.
6. حذفت جميع المواد الحرة ، والتي كان مجملها 6 ساعات.
7. قلت عدد ساعات متطلبات الجامعة من 27 إلى 18؛
8. بشكل عام الزيادة الإجمالية قدرها 7 ساعات (جدول4/3) ؛
9. ومع ذلك فقد تم إضافة مادة التربية الوطنية إلى متطلبات الجامعة الإجبارية. وتم اضافة أربعة مواد اختيارية ، ليصل العدد إلى 18. التي تتعلق بمواضيع مثل علم النفس، والاجتماع، والصحة، وحقوق الإنسان، والإدارة، والزراعة، والصحة والتغذية.
10. تم إضافة 6 ساعات إلى متطلبات التخصص الإجبارية لتصبح 103. حيث تم إضافة 3 مواد إجبارية مثل أساسيات التصميم 2 ، والنقد والتحليل المعماري، والتخطيط الحضري 2. وتم حذف مادة تكنولوجيا البيئة المبنية.
11. تم إضافة ست ساعات إلى متطلبات التخصص الاختيارية لتصبح 21. حيث تم إضافة ثلاثة مواد مثل التصميم الحضري ، وعمارة محلية، وتكنولوجيا البيئة المبنية. والشيء الأهم أنه تم حذف مادة تطبيقات معمارية بالحاسوب.

جدول4/3: مقارنة بين عدد الساعات المعتمدة في الخطط الدراسية للأعوام 2011/2010 و 2001 /2002 لكلية العمارة في الجامعة الأردنية

| السنة الدراسية<br>نوع المـــــــادة | 2001/2002 | 2010/2011 | الفرق |
|---|---|---|---|
| | الساعات المعتمدة | الساعات المعتمدة | |
| متطلبات الجامعــــــــــة | 30 | 27 | -3 |
| متطلبات الكليـــــــــة | 18 | 21 | 3 |
| متطلبات التخصـــــــــص | 111 | 124 | 13 |
| مواد حرة | 06 | 0 | -6 |
| المجموع | 165 | 172 | 7 |

### 3-3-2- جامعة فيلادلفيا

جدول5/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (165=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في جامعة فيلادلفيا (الخطة الدراسية)

| المقررات | الرسم المعماري والمنظور | الرسم الحر (2) | الرسم بالحاسوب (2) |
|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 3 (1.81%) | 4 (2.42 %) | 4 (2.42 %) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 5 (3.03 %) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 4 (2.42 %) | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 11 (6.67 %) | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-1-2-.

### 3-3-3- جامعة العلوم والتكنولوجيا

جدول6/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (169=100%) لمقررات الرسم في كلية العمارة في جامعة العلوم والتكنولوجيا. (الخطة الدراسية)

| المقررات | الرسم المعماري Architectural_drawing | مهارات الاتصال البصرية (2) visual_communication | الرسم باستخدام بالحاسوب (2) computer_aided_design |
|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 3 (1.77%) | 6 (3.55%) | 6 (3.55%) |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم التقليدي: 9 (5.32%) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم الرقمي: 6 (3.55 %) | | | |
| إجمالي ساعات مواد الرسم: 15 (8.87 %) | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-1-3.

### 3-3-4- جامعة الإسراء

جدول7/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (165=100%) لمواد الرسم * في قسم العمارة في جامعة الإسراء (الخطة الدراسية)

| المقررات | رسم معماري | رسم حر (2) | الرسم بالحاسوب (2) | تطبيقات متقدمة في الحاسوب | تقنيات الإظهار المعماري |
|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 2(1،21%) | 4(2،42%) | 6(3،63%) | 3 (1،81%) | 2(1،21%) |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم التقليدي: 8 (4.84 %) | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم الرقمي: 9 (5.45 %) | | | | | |
| إجمالي ساعات مواد الرسم: 17 (10.30 %) | | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-1-4.

### 3-3-5- الجامعة الألمانية الأردنية

جدول3/8: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (178=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في الجامعة الأردنية الالمانية (الخطة الدراسية)

| المقررات | رسومات تقنية (2) | الرسم الحر (2) | الرسم بالحاسوب (2) | تقنيات الإظهار والتصيير | العمارة البارامترية |
|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 2 (3.38%) | 4 (2.25%) | 2 (1.23%) | 2 (1.23%) | 5 (2.8%) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 6 (3.37 %) | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 9 (5.05 %) | | | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 15 (8.42 %) | | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-1-5.

### 3-3-6- جامعة آل البيت

جدول3/9: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (165= 100%) لمقررات الرسم في كلية العمارة في جامعة جامعة آل البيت. (الخطة الدراسية)

| المقررات | رسم حر (2/1) | الرسم الهندسي | الرسم المعماري | الرسم بالحاسوب (2/1) |
|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 2 (1.21%) | 6 (3.64%) | 3 (1.81%) | 5 (3.03%) |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم التقليدي: 11 (6.67 %) | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم الرقمي: 5 (3.03 %) | | | | |
| إجمالي ساعات مواد الرسم: 16 (9.7 %) | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-1-6.

### 3-3-7- جامعة البلقاء التطبيقية

جدول3/10: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (167=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في جامعة البلقاء التطبيقية (الخطة_لدراسية)

| المقررات | رسم معماري (2) | رسم هندسي | رسم حر | الحاسوب في العمارة | وسائل اتصال معماري |
|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 4(2.39%) | 2(1.19%) | 2(1.19%) | 2(1.19%) | 2(1.19%) |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم التقليدي: 6 (3.59%) | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم الرقمي: 6 (3.59 %) | | | | | |
| إجمالي ساعات مواد الرسم: 12 (7.18 %) | | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-1-7.

### 3-3-8- جامعة البتراء

جدول11/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (165=100%) لمقررات الرسم في قسم العمارة في جامعة البتراء (الخطة)

| المقررات | رسم معماري (2) | رسم حر | تطبيقات الحاسوب في العمارة | وسائل اتصال معماري |
|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 6 (3،63%) | 3(1،81%) | 9 (5،45%) | 2 (1،21%) |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم التقليدي: 11 (6.66 %) | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية للرسم الرقمي: 9 (5.45 %) | | | | |
| إجمالي ساعات مواد الرسم: 20 (12.12 %) | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-1-8.

## *4/3- مقررات الرسم وعلاقتها النسبية في عدد من الجامعات العربية*

### 3-4-1- جامعة دمشق/ سوريا

جدول12/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (192=100%) لمواد الرسم في كلية الهندسة المعمارية في جامعة دمشق. (الخطة الدراسية)

| المقررات | هندسة وصفية (الظل والمنظور) | الرسم النظري والنماذج (2) | مهارات استخدام الحاسوب | عناصر العمارة والرسم الهندسي | إجمالي ساعات مواد الرسم |
|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 4(2،08%) | 8(4،16%) | 2 (1،04%) | 10(5،20%) | 24 (12،50%) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 22 (11.50 %) | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 2 (1 %) | | | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 24 (12.50 %) | | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-2-1.

### 3-4-2- جامعة الملك سعود

جدول13/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (160=100%) لمواد الرسم في كلية العمارة والتخطيط في جامعة الملك سعود)

| المقررات | مقدمة في الرسم بالحاسب | أسس التصميم (2) | المهارات الأساسية (2) | رسم حر(2) | استخدام الحاسب في التصميم المعماري |
|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 3 (1.88%) | **6** (3.75 %) | 8 (5،00%) | 6 (3،75%) | 3 (1،88%) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 14 ( 8.75 %) | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 6 (3.75 %) | | | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 20 (12،5%) | | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-2-2.

### 3-4-3- جامعة النجاح /فلسطين

جدول14/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية ( 173 =100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في جامعة النجاح (الخطة الدراسية)

| المقررات | رسم معماري | رسم حر | رسم هندسي | هندسة وصفية | إظهار معماري | تدريب بصري معماري | مساحة للمعماريين | التصميم بالحاسوب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة و%الكلية | 4 (%2.31 | 2 1 .16) (% | 2 1 .16) (% | 3 (%1.8) | 2 1 .16) (% | 4 2.31) (% | 2 1 .16) (% | 3 (%1.80) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 19 ( 11 %) | | | | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 3 (1.73 %) | | | | | | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 22 (12.72 %) | | | | | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-2-3.

### 4-4-3- جامعة البحرين

جدول15/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (166=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في جامعة البحرين (الخطة الدراسية)

| المقررات | **الرسم والتعبير المعماري** (2) | أسس التصميم (2) | الرسم المعماري بمساعدة الحاسوب |
|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 6 (%3.61) | 6 (%3.61) | 3 (%1.80) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 12 ( 7.22 %) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 3 (1.80 %) | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 15 (9.03 %) | | | |

ملاحظة: في الملحق 1-2-4 هناك وصف موجز لمقررات الرسم المعتمدة في كلية العمارة والتخطيط في جامعة البحرين.

### 5-4-3- جامعة الأميركية دبي

جدول16/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (166=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في الجامعة الأميركية_دبي. (الخطة_الدراسية)

| اسم المقرر | الرسم بمساعدة الحاسوب (3) | الإظهار المعماري باستخدام الكمبيوتر (Digital Design Illustration) | التصميم ثلاثي الأبعاد (Three-Dimensional Design) |
|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 9 (%5.42) | 3 (%1.80) | 3 (%1.80) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 0 ( 0 %) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 15 (6،62 %) | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 15 (9 %) | | | |

ملاحظة: في الملحق1-2-5، هناك وصف موجز لمقررات الرسم المعتمدة في كلية العمارة في جامعة دبي.

### 3-4-6- جامعة أم القرى/السعودية

جدول17/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (165=100%) لمقررات الرسم في قسم العمارة في جامعة أم القرى (الخطة الدراسية)

| اسم المقرر | هندسة وصفية | الظل والمنظور | تطبيقات الرسم بالحاسب الآلي (2) |
|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 3 (1.81%) | 2 (1.21%) | 6 (3.63%) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 5 ( 3 %) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 6 (3.63 %) | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 11 (6،67 %) | | | |

ملاحظة: في الملحق1-2-6، هناك وصف موجز لمقررات الرسم المعتمدة في كلية العمارة في أم القرى.

### 3-4-7- الجامعة التكنولوجية/ العراق

جدول18/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (196=100%) لمقررات الرسم في قسم العمارة في الجامعة التكنولوجية / العراق. (الخطة الدراسية)

| اسم المقرر | الرسم اليدوي | الإظهار المعماري | الهندسة الوصفية | المساحة | تطبيقات الرسم بالحاسب الآلي II/I |
|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 3 (1.53%) | 4 (2%) | 2 (1 %) | 2 (1%) | 6 (3 %) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 11 ( 5.61 %) | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 6 (3 %) | | | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 17 (8،67%) | | | | | |

ملاحظة: يمكن الاطلاع على أوصاف مقررات الرسم المذكورة في هذا الجدول في الملحق 1-2-7.

### ***3-5- مقررات الرسم وعلاقتها النسبية في عدد من الجامعات الدولية***

في هذا القسم قد تم جمع وتحليل الخطط الدراسية في عدد من الجامعات الاجنبية، للتعرف على منهجية تدريس الهندسة الوصفية ومقررات الرسم الأخرى المتعلقة بها، والوقت المكرس لها بالنسبة للمقررات الأخرى، والسنوات المخصصة وأدوات الرسم المستخدمة (التقليدية الرقمية) في تدريس هذه المقررات. اختيار كليات العمارة في الجامعات المبينة أدناه كحالات دراسية اجري وفقا لأفضلية هذه الكليات حسب تصنيفات عالمية ومحلية وللاهتمام التي أظهرته في تجديد تدريس الرسم الهندسي باستخدام أدوات الإظهار الرقمية.

### 3-5-1- جامعة روما سابينزا

جدول19/3: عدد الساعات المعتمدةوالنسبة المئوية (300=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في الجامعة روما سابينزا (2011/2010). (الخطة الدراسية)

| المقررات | علم الإظهار 1<br>science of representation | تقنيات الإظهار الرقمي 2<br>Digital representation Techniques | التصور والاتصال المرئي<br>Perception and Visual Communication |
|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 24 (8%) | 2 (0.67%) | 10(3.34%) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 12 (4 %) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 24 (8 %) | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 36 (12 %) | | | |

1 - علم الإظهار يتوافق مع مقرر متجدد للهندسة الوصفية والرسم المعماري وهو مقسم إلى ثلاثة أجزاء، الجزء الأول في النصف الأول من السنة الأولى والآخرين في النصف الثاني. وكما يلاحظ في الجدول اعلاة لا توجد مادة الرسم الحر. تقنيات الإظهار الرقمي يقدم النصف الأول من السنة الأولى كجزء من مواد الرسم ، المرمزة ICAR17). وبالإضافة إلى ذلك، هذه المادة تمثل جزء من كل مقرر من مقررات التصميم. مثلاً مختبر التصميم الحضري ( ٨ ساعات معتمدة)، مقسم إلى ثلاثة أجزاء: التصميم الحضري ( ٥ ساعات)، والتصميم المعماري (٢ساعتين) ، تقنيات الإظهار الرقمية (ساعة).

### 3-5-1-1- وصف مقررات علم الإظهار

3-5-1-1-1- علم الإظهار (1،2)

يدرس في السنة الأولى في الفصل الدراسي الأول، ويهدف إلى دمج التطبيقات النظرية والتقنية لتمثيل العمارة. تعلم الأدوات والتقنيات التقليدية، والرقمية مختبر الحاسوب. لتمكين الطالب من مواجهة مراحل المشروع. في السنة الثانية --الفصل الثاني، ويتناول المساق دراسة المنظور بمستوى إسقاط مائل، مفاهيم عامة بشان القياس، تطبيقات التآلف ( Omology). كما يتناول دراسة الناتجة من عملية النقل (translation) أو الدوران، والنقل والدوران معاً ( Roto-translation) ، والأسطح المسطرة ، تمثيل الأقبية ، وتمثيل العناصر الأولى للنظم الكلاسيكية للعمارة ( Classical architectural_order). ومن ثم يتناول المساق تقنيات الرسم بالحاسوب في معالجة الملفات النقطية ( Raster)، المسح المباشر، والعناصر الأولى لأدوات المسح، ونمذجة الأسطح نوربس (NURBS) وطرق التصيير (rendering).

3-5-1-1-3- علم الإظهار 3

في السنة الثالثة الفصل الثاني، ويتناول المساق دراسة العلاقة الإسقاطية ( projectivity) بين أشكال مستوية وتطبيقاتها فيما يتعلق باستردادَ المقاسات الخطية والأشكال المستوية من صورة فوتوغرافية.
ويتناول المساق أيضاً رسم النظم المعمارية الكلاسيكية ، والمسح المباشر، والمسح التصويري الرقمي (Digital photogrammetry)، المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد ( 3D scansion) ، وعلى وجه الخصوص ، النمذجة العكسية (Reverse modeling).




شكل28/3: النقاط في الفراغ، مثل P ، ومنظورها 'P، مصطفة على الخطوط المارة بمركز الإسقاط 'O. الي يوجد أمام مستوى الإسقاط على مسافة تساوي نصف قطر دائرة البعد. (Migliari 2010)

في الفقرة التالية هناك سرد ومن ثم تحليل لمقرر الهندسة الوصفية للأستاذ ميلياري ( Migliari)، الذي أجرى بحث بشأن تجديد تدريس الهندسة الوصفية ممول من جامعة روما سابينزا. ينبغي الإشارة إلى أن مقرر ميلياري يتم تدريسه في دبلوم مدته ثلاث سنوات في كلية العمارة غواريني ( Quaroni) وبطبيعة الحال يختلف عن المقرر المذكور أعلاه الذي يتم تدريسه في درجة البكالوريوس لنفس جامعة روما.

### 3-5-1-2- هدف مقررات الرسم (السنة الأولى)، وأساسيات وتطبيقات الهندسة الوصفية (السنة2)

هدف دورة الرسم في السنة الأولى هي إعطاء القدرة على تخيل الفراغ. وللقيام بذلك البرنامج الدراسي ينص على ما يلي:

- أولاً دراسة المنظور ، الذي هو فن تمثيل الأشكال ثلاثية الأبعاد كما تظهر للعين المجردة. أولى التجارب ستكون باستخدام شبكة دورر ( Dürer) (شكل28/3)، لتعلم عملية إسقاط الفراغ الحقيقي على لوحة الرسم، والتعرف في النتيجة على العناصر الهندسية للمنظور .
- ثانياً دراسة نظرية المنظور تسمح بتنفيذ العملية العكسية، والتي تكمن في عملية إسقاط الشكل المتخيل في الفراغ من خلال الرسم. ويتعين القيام بهذه التجارب من خلال الرسم الحر .
الغرض الآخر في السنة الأولى من هذه الدورة هو تكوين القدرة على استخدام الكمبيوتر في الرسم ثنائي الأبعاد والقدرة على تطوير رسومات تقنية للعمارة. ولهذه الغاية ، في منتصف الدورة ، وقبل إجراء الدراسة النظرية لتمثيل الخطة والواجهة (Plan & Elevation)، سوف تعطى المفاهيم الأساسية لاستخدام الكمبيوتر .لذلك، كل طالب يجب أن يرسم ويحلل ويطبق النظريات والتقنيات المعنية على مثال لمشروع معماري.

### 3-5-1-3- منتدى طلاب علم الإظهار

آخذين في الاعتبار الجدول 29 (الملحق 1-3-1-1-2) المتعلق بمناقشات طلاب دورة الهندسة الوصفية للبروفيسور ريكاردو ميلياري في كلية العمارة لجامعة روما، يمكن أن نلاحظ أن أغلبية المواضيع المتداولة تتناول إجراءات تقنية للبرمجيات. ونسبة قليلة 15٪ تتعلق بالمفاهيم الرئيسة للهندسة الوصفية وتطبيقاتها في الفراغ الافتراضي. وهذا يجعلنا نلاحظ الاهتمام القوي للطلاب بتقنيات البرمجيات من جهة. ومن جهة أخرى تؤكد على أن الوقت اللازم للأساتذة لشرح هذه التقنيات يأتي على حساب الوقت المكرس للتعليم النظري.

### 3-5-1-4- الخطة الدراسية

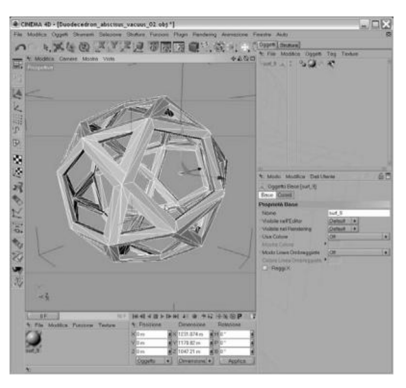
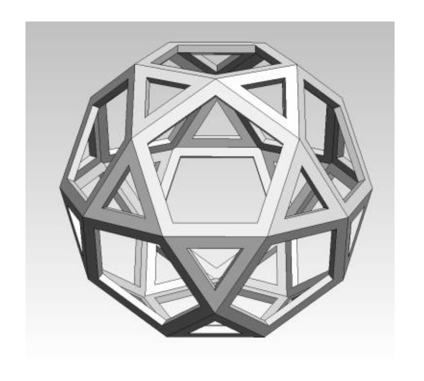
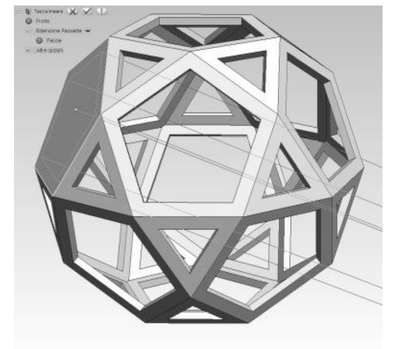
بقراءة الخطة الدراسية (ملحق 1-3-1-1-1) لمقرر "علم الإظهار 2 للأستاذ ميلياري (جامعة روما)، يمكن استنتاج أن هناك منهجية جديدة في تدريس مادة الهندسة الوصفية. والتي يمكن تصنيفها كمنهجية رقمية تماما. لهذا السبب من المثير للاهتمام تحليل واحد من دروس من هذا البرنامج ومقارنته مع المنهجية المتبعة في الجامعة الأردنية . وأخيراً مواجهة نفس المسألة بالطريقة المقترحة من الباحث. والتي تقوم على تطبيق المفاهيم الكلاسيكية للهندسة وصفية في الفضاء الافتراضي.

### 3-5-1-5- تحليل إحدى دروس برنامج الأستاذ ملياري (الدرس السابع)

عنوان الدرس: متعددات الوجوه، وهياكل شبكية ( trust). فكرة الدرس تكمن في نسخ لوحة مأخوذة من أطروحة باتشولي (Luca Pacioli، عالم رياضيات إيطالي. 1445 -1517) التي نشرت عام 1498 والتي تتناولت النسبة الذهبية . العملية المقترحة مقسمة إلى ثلاث مراحل :

- نمذجة الصلب المفرغ؛
- تصديره إلى برنامج يسمح بالتظليل (Shade)؛
- استخدام التظليل لتقليد لوحة ليوناردو التي سوف تظهر كخلفية للصورة.

المثال المقترح (ملحق 4/ 3) يتناول ثنعشري ناقص ( Truncated dodecahedron)، الذي في كتاب باتشولي تم تمثيله كجمالون.

شكل29/3 / 30/ 31: بعض مراحل نمذجة الهيكل الشبكي لمتعدد وجوه، المشارة اليها في محاضرة الاستاذ ميلياري (Corso_di_geometria descrittiva. prof. Migliari/ Roma Sapeinza )

3-5-1-5-1 ملاحظات

ما يمكن ملاحظته في سرد الدرس السابع ( 3-5-1-5) لمقرر علم الإظهار، في كلية العمارة في جامعة روما سابينزا، هو أنه تم التعامل مع الموضوعات من وجهة نظر تقنية تقريباً بحتة، مثل وصف وتحليل للخيارات وأوامر ومزايا مختلف البرمجيات المستخدمة وكيفية إدراج النماذج البدائية ( primitive) ، وكيفية نقل النماذج من برنامج إلى آخر، وكيفية تجنب مشاكل التصيير ( rendering) . وفي هذا بالكاد توجد إشارات إلى مراجع ونظريات ومفاهيم الهندسة الوصفية .على سبيل المثال في المرحلة الأولى حيث يراد إنشاء هيكل شبكي بدءاً من الكرة ، ينبغي عمل تصنيف عام لمتعددات الوجوه وتلميحات عن كيف يمكن إنشاءها باستخدام المفاهيم الهندسية وتطبيقاتها في الفراغ الافتراضي ( عملية التطبيق، والتقويم)، بهدف إعطاء الطالب الممارسة العقلية على التحكم في الفراغ الهندسي من جهة ، ومن جهة أخرى عرض ميزات المجسمات الثلاثية الأبعاد من خلال طرق الإنشاءات الهندسية. أما في الجزء الثاني من الدرس المتعلق بعملية التظليل ( SHADE)، فكما يلاحظ ، لا يوجد ذكر عن نظرية الظلال ، وعن تصنيف مصادر الضوء (إسقاطات متوازية ، إسقاط مركزية) ، وعن أنواع الظلال (ظل ساقط، ظل ذاتي، وظل ساقط ذاتي)، وعن فاصل الظل ككفاف ظاهر للكيان المعني بالنسبة لمصدر الضوء. وخالص القول أن الدرس يشير إلى شرح لاستخدامات تقنية بحتة لبرمجيات الكمبيوتر، ويبدو وكأن هذا الدرس يشير إلى دورة رسم مأخوذ في معهد متخصص في تدريس برمجيات الحاسوب وليس الى درس من مقرر جامعي.

وكم قال نفس البروفوسور ميلياري : "ينبغي تدريس المفاهيم، وليس الإيعازات ( Commands). يجب أن يتمكن الطالب من التعرف على نفس العمليات في جميع الرسومات التقليدية والرقمية على حد سواء" (ميلياري 2009). مثلا : عملية تعيين مستوى الإنشاء ( UCS) بتحديد ثلاثة نقاط ومن ثم إظهاره بحيث يكون موازي لشاشة الكومبيوتر، تساوي نفس هدف عملية التطبيق (Rotation) على واحد من مستويات الإسقاط للحصول على الشكل والقياس الحقيقي للأشكال المنتمية لنفس المستوى. وهذا يمكن تعميمه على المفاهيم الأخرى.

## 3-5-2- جامعة معهد ملبورن الملكي للتكنولوجيا/ استراليا

جدول3/20: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (456=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في جامعة ملبورن RMIT/ استراليا. السنة الدراسية (2010/2011). (الخطة الدراسية)

| المقررات | الإظهار المعماري 1 | الإظهار المعماري 2 | الإظهار المعماري 3 |
|---|---|---|---|
| عدد الساعات والنسبة الكلية | 24 (5.26%) | 12 (2.63%) | 12 (2.63%) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 24 ( 5.26 %) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 24 (5.26 %) | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 48 (10.52%) | | | |

ملاحظة: للاطلاع على وصف مقررات الرسم في كلية العمارة في جامعة ملبورن يمكن مراجعة الملحق (1-3-2).

### 3-5-3- جامعة سيدني

وتنتمي إلى الجامعات النخبة في أستراليا. تصنف الجامعة كواحدة من أحسن الجامعات العالمية . في عام 2009 حازت على المركز 36 وفقاً لتصنيف كيو إس ( Times Higher Education-QS World University Rankings).

جدول21/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (240=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في جامعة سيدني (Sydney). (الخطة_الدراسية)

| المقررات | الإظهار المعماري 1 **Architecture Communications** | الإظهار المعماري 2 | الإظهار المعماري 3 |
|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 6 (%2.5) | 6 (2.5%) | 6 (2.5%) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 6 ( 2.5 %) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 12 (5 %) | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 18 (7.5%) | | | |

مقرر الإظهار المعماري ( Architecture Communications يبدأ بمقدمة عن الرسم الحر، ومسائل القياس في الرسم التقني وتطبيقاته، استخدام الكاد ( CAD) في الرسم ثنائي وثلاثي الأبعاد، وتوضيح تقنيات الإظهار الهندسي ، عمل نماذج، ومهارات العرض الخطية والشفهية. التقييم : رسم حر ( 40٪)، مشروع الرسم (40 ٪) الامتحان النهائي (20 ٪). الذي يشمل جميع مواضيع التمارين السابقة بالإضافة إلى واجب إضافي. نمط تدريس: محاضرة واحدة لمدة ساعة كل أسبوع / مهارات إظهار ( 13 أسبوعا). ثلاثة ساعات من التمارين في المختبر كل أسبوع (لمدة 13 أسبوعا).

### 3-5-4- جامعة كورنيل

جدول22/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (176=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في جامعة كورنيل (Cornell_University) – ولاية نيويورك . (الخطة الدراسية)

| المقررات | الرسم 1: الرسم_الحر | الرسم 2: اساليب_الإظهار | الرسم 3: الرسم_الرقمي | الرسم 4: الرسم_الرقمي |
|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 2 (%1.14) | 2 (%1.14) | 3 (%1.7) | 3 (%1.7) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 4 ( 2.28 %) | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 6 (3.4 %) | | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 10 (5.7 %) | | | | |

ملاحظة: يمكن مراجعة الملحق 1-3-4، للاطلاع على وصف مقررات الرسم المذكورة في الجدول اعلاة

### 3-5-4-1 تعليق

يمكن ملاحظة في الجدول اعلاة قلة الساعات المعتمدة في مقررات الرسم في جامعة كورنيل، والتي يمكن تبريرها بوجود ثمانية مقررات تصميم معماري وعدد كبير من المقررات الاختيارية ( 16 من بين 50)، بنسبة 32٪. من بين هذه هناك سبعة مقررات متعلقة بموضوع الإظهار البصري، وهي: وسائل الإعلام الرقمية الديناميكية ( Dynamic Digital Media)؛ بين الشكل والمضمون ( Between Content and Form)؛ الصور، الرسومات، نص ( Text، Graphics،Dossier (Image ، عمارة الأنماط ( The New Architecture of Patterns)؛ ( Maps in Motion)؛ التصوير الفوتوغرافي الرقمي ( Digital Capture: Photography of Place)، مقدمة في التصوير (Introduction to Photography).

### 3-5-5- جامعة كارنيجي ميلون

جدول23/3: عدد الساعات المعتمدةوالنسبة المئوية (489=100%) لمواد الرسم في قسم العمارة في جامعة كارنيجي ميلون (The School of Architecture at Carnegie Mellon) – بنسلفانيا – (2011/2010) (الخطة الدراسية)

| المقررات | هندسة وصفية | وسائط رقمية (2) Digital Media | الرسم المعماري (2) Architectural Drawing | أدوات تصنيع رقمية Digital Tooling |
|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 6 (%1.22) | 12 (2.6%) | 18 (3.7%) | 6 (1.22) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 24 ( 4.9 %) | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 18 (3.7 %) | | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدةلمواد الرسم: 42 (8.6%) | | | | |

مقررات الرسم يتم تدريسها في السنة الأولى وتوجد جميعها تقريباً في فئة : الرسم / الوسائط الرقمية ( Drawing/ Digital Media) والتي تشمل : -- مقدمة الوسائط الرقمية 1 و 2 (Introduction to Digital Media I)، الرسم المعماري 1 و 2 ، الأدوات الرقمية ( Digital Tooling). ويتم تدريس هذه المواد في السنة الأولى. الهندسة الوصفية توجد في فئة تكنولوجيا البناء (Building Technology).

*تعليق: بمراجعة وصف مقررات الرسم في الجامعات قيد الدراسة، يمكن ملاحظة ان أي واحد من هذه المقررات يدرس وفقاً لمفاهيم الهندسة الوصفية كما هو الحال في مقرر الرسم المعماري: حتى لو تم تنفيذ المنظور بواسطة الرسم الحر وبشكل حدسي، ينبغي ان يتبع قواعد الإسقاط المركزي (Central_projection)، على سبيل المثال، التقاء الإسقاطات المنظورية للخطوط المتوازية، او تقصير التدريجي لاسقاطات المسافات المتساوية كلما ابتعدت عن المشاهد، تمثل قواعد ضرورية لتنفيذ إي نوع من أنواع المناظير بطريقة صحيحة.*

### 3-5-6- جامعة سان فرانسيسكو

جدول24/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (132=100%) لمواد الرسم في كلية العمارة في جامعة أكاديمية الفنون (Academy of art university) . (الخطة الدراسية)

| المقررات | غرفة الرسم The_Drawing Room: Projection | وسائل الاتصال Media_Development: Form & Canvas،Space | رسومات الحاسوب Computer Graphics |
|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 3 (2،27%) | 3 (2،27%) | 6 (4،54 %) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 3 ( 2.27 %) | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 9 (6.81 %) | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 12 (9،09%) | | | |

ملاحظة: يمكن مراجعة الملحق 1-3-6، للاطلاع على وصف مقررات الرسم المذكورة في الجدول24/3 .

### 3-5-7- جامعة هونغ كونغ

جدول25/3: عدد الساعات المعتمدة والنسبة المئوية (276=100%) لمواد الرسم في كلية العمارة في جامعة هونغ كونغ (The University of Hong Kong). (الخطة الدراسية)

| المقررات | الاتصال البصري Visual (4) communications | الرسم المعماري بالحاسوب Computer_graphics in architecture | الكمبيوتر في العمارة The_computer in architecture | التصميم بمساعدة الكمبيوتر Computer_aided architectural design methods | الوسائط الرقمية digital media in ) (architecture |
|---|---|---|---|---|---|
| الساعات المعتمدة والنسبة الكلية | 12(4.34%) | 3 (1.08%) | 3 (1.08%) | 3(1.08%) | 3 (1.08%) |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم التقليدي: 3 (1 %) | | | | | |
| عدد الساعات المعتمدة للرسم الرقمي: 21 (7.6 %) | | | | | |
| مجموع عدد الساعات المعتمدة لمواد الرسم: 24 (8.7 %) | | | | | |

ملاحظة: يمكن مراجعة الملحق 1-3-7، للاطلاع على وصف مقررات الرسم المذكورة في الجدول اعلاة

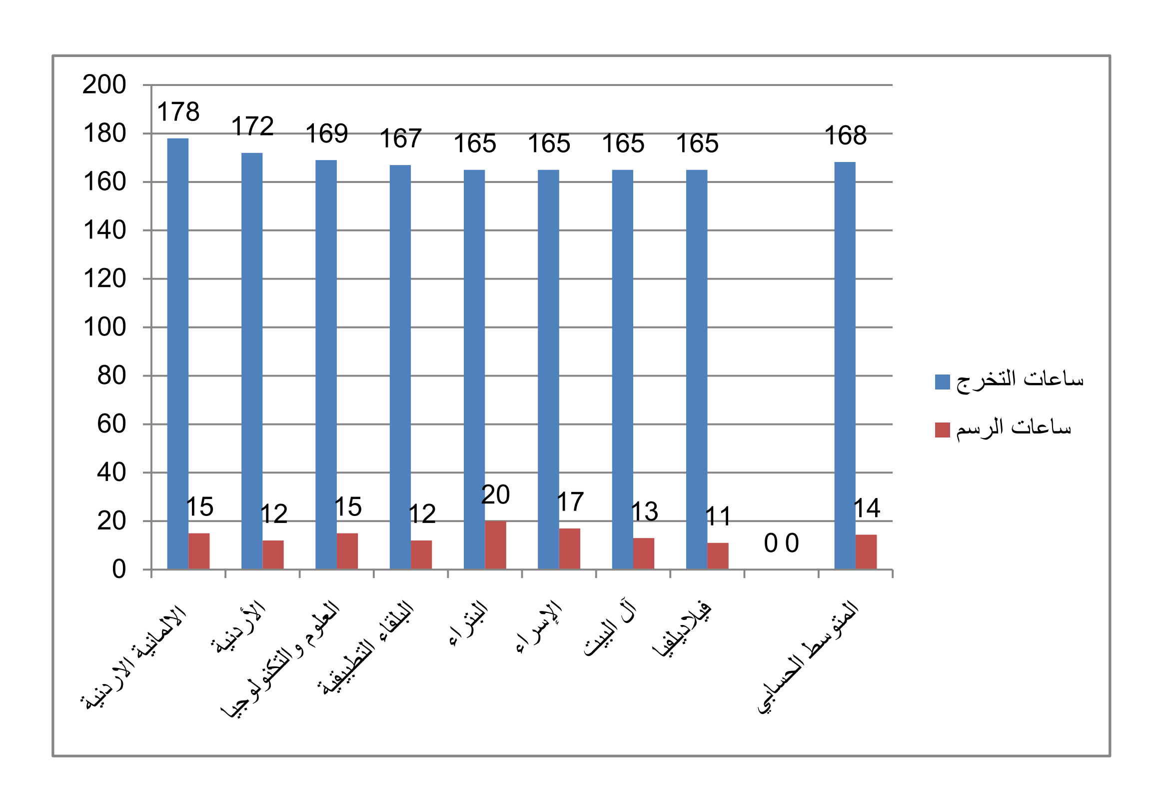
### ***3-6- مقارنة مناهج مقررات الرسم بين كليات العمارة قيد الدراسة***

في الفقرات السابقة من هذا الفصل اطلعنا على العلاقات النسبية بين الساعات المكرسة لتدريس مقررات الرسم (سواء بالطريقة التقليدية او الرقمية) والساعات المطلوبة للتخرج من كليات العمارة في ثلاثة فئات من الجامعات (محلية وعربية ودولية). فيما يلي سيتم تحليل موضوعات هذه المقررات بالرجوع الى البيانات ( فصل الملاحق) التي تضمن الوضع الحالي لمناهج مقررات الرسم وأدوات الرسم المستخدمة في تدريسها. في التحليل التالي سيتم أيضا عمل مقارنة بين جامعات كل واحدة من تلك الفئات للحصول على المتوسط الحسابي للحالة القائمة للتطبيقات الحاسوبية للهندسة الوصفية (بتعريفها كمجموعة من

مقررات الرسم القادرة على بث الإدراك االفراغي ونمذجة وتمثيل العمارة)، ومن ثم سيتم عمل مقارنة بين كل واحد من هذه المتوسطات وذلك للجامعة الأردنية . حتى نتمكن من فهم الوضع الحالي لتدريس مقررات الرسم في الجامعة الأردنية بالنسبة لمتوسط كل فئة من تلك الفئات الثلاثة.

بالإشارة إلى فئات الجامعات قيد الدراسة، الجداول 26/3، 27/3، 28/3، تبين مقارنة للبيانات التالية: – النسبة المئوية للساعات المعتمدة لمقررات الرسم بالنسبة لمجموع الساعات المطلوبة للتخرج؛ – السنة الدراسية لهذه المقررات، وطريقة التدريس وفقا لأداة الرسم المستخدمة في التدريس.

### 3-6-1- مقارنة بين بيانات الفئة الأولى (الجامعات الأردنية)




رسم بياني3/ 1: العلاقة بين الساعات المعتمدة لمقررات الرسم والساعات الكلية المعتمدة لنيل درجة البكالوريوس في العمارة في الجامعات الأردنية قيد الدراسة .

بالإشارة إلى قسم العمارة في الجامعات الأردنية وبتحليل الرسم البياني 1/3 يمكن ملاحظة ما يلي:

- عدد الساعات المعتمدة للحصول على درجة البكالوريوس في الجامعة الأردنية كبير مقارنة ببعض الجامعات العربية.
- إجمالي الساعات المعتمدة لنيل درجة البكالوريوس في العمارة في الجامعة الأردنية يساوي 172 ساعة وكما يلاحظ فهو أكثر بأربع ساعات معتمدة بالنسبة للمتوسط ( 168) للجامعات الأردنية قيد الدراسة.

- إجمالي الساعات المعتمدة لمقررات الرسم في الجامعة الأردنية ، يساوي 12 وكما يلاحظ فهو أقل بساعتين من المتوسط (14 ساعة) لنفس الجامعات.

بمعاينة الجدول 26/3 يمكن ملاحظة ما يلي:

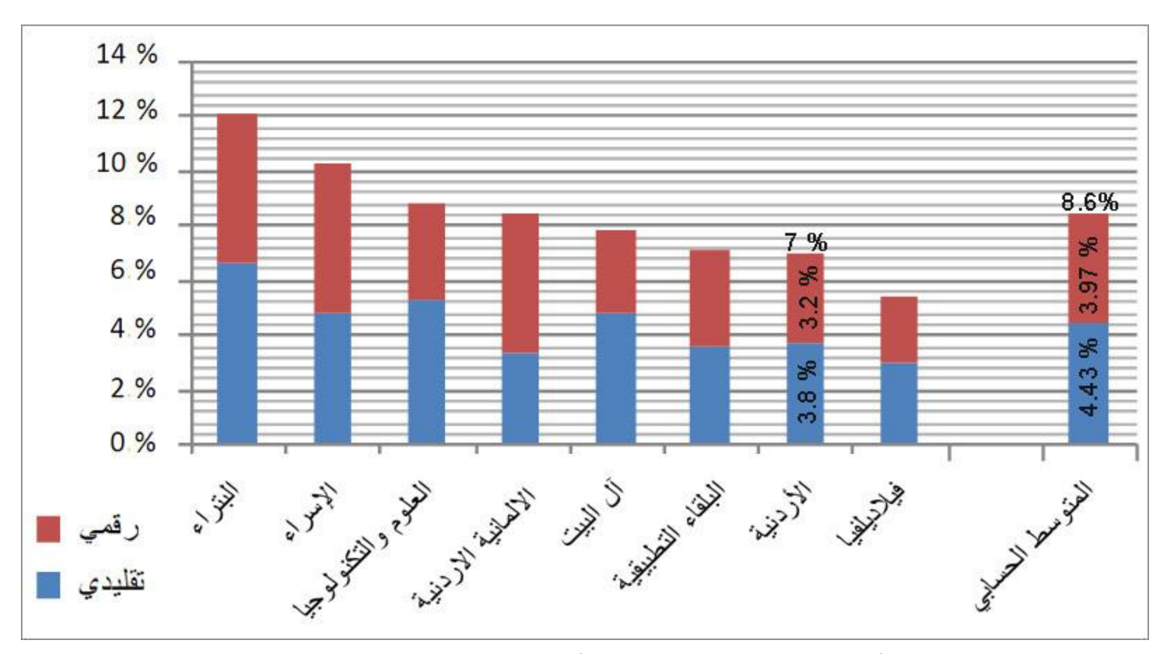
- جميع الجامعات الأردنية قيد الدراسة تستخدم عدة طرق في تدريس الرسم والتي تشمل الرسم الحر والرسم اليدوي والكاد. كما ينبغي الإشارة إلى انه في عمليات تحليل بيانات مقررات الرسم في هذا البحث تم وضع مقرري الرسم الحر والرسم اليدوي تحت مسمى "طريقة الرسم التقليدية".
- فصل بين مفاهيم الهندسة الوصفية وتقنيات الرسم الرقمية.
- وتباين في ترتيب نزول المواد في الخطة. في هذا الصدد معرفة الطريقة الأكثر فاعلية لتنزيل مقررات الرسم ستتم من خلال مراجعة الدراسات السابقة، وبالاطلاع على آراء والخبراء في مجال تدريس العمارة.

جدول26/3: بالإشارة إلى أقسام العمارة في الجامعات الأردنية ، هذا الجدول يبين:- العلاقة بين الساعات المعتمدة لمقررات الرسم وتلك الإجمالية لنيل درجة البكالوريوس؛ - أدوات الرسم المستخدمة في التدريس؛ - والسنة أو السنوات المقررة لتدريس هذه المواد.

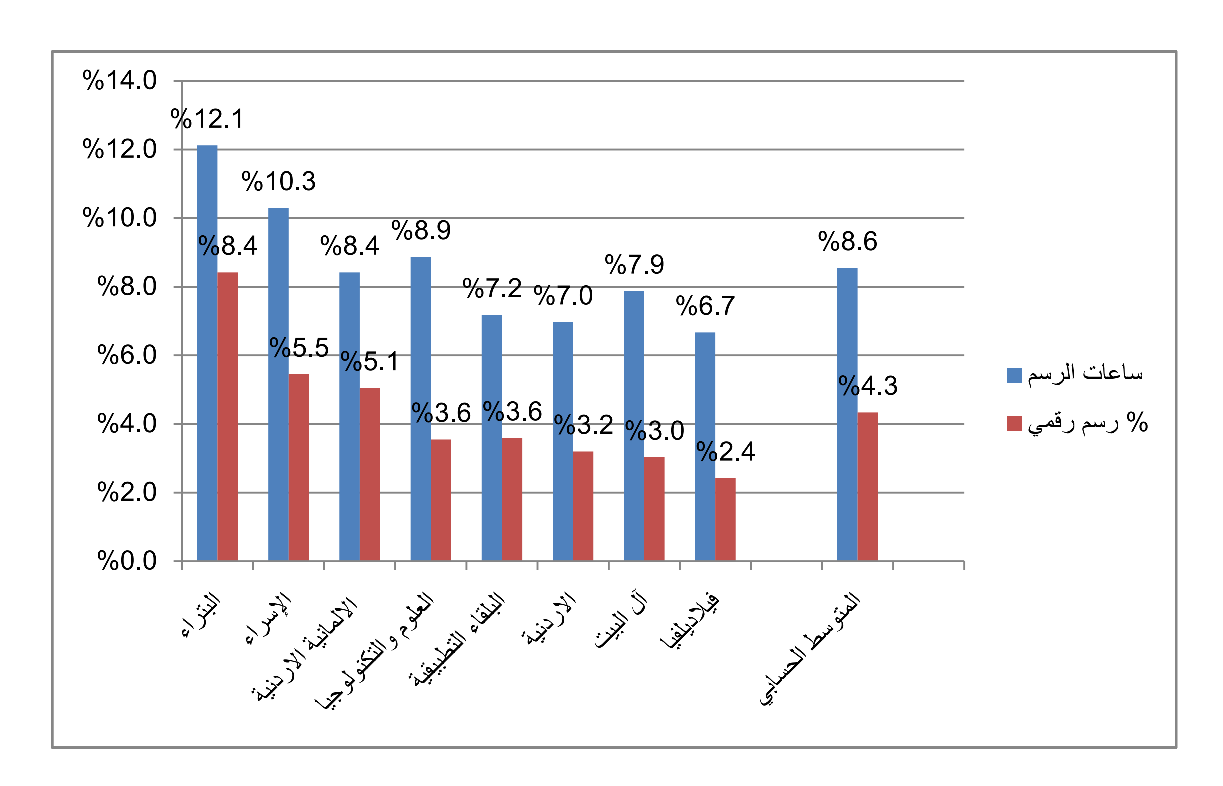
| اسم الجامعة | % مقررات الرسم بالنسبة للساعات الإجمالية المعتمدة | أدوات الرسم المستخدمة | السنة الدراسية |
|---|---|---|---|
| جامعة البتراء | 12.12 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى، الثانية |
| جامعة الإسراء | 10.30 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى، الثانية |
| جامعة آل البيت | 9.7 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى، الثانية |
| جامعة العلوم والتكنولوجيا | 8.87 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى، الثانية |
| الجامعة الألمانية الأردنية | 8.42 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى، الثانية، الثالثة |
| جامعة البلقاء التطبيقية | 7.18 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى، الثانية |
| الجامعة الأردنية | 6.97 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى، الثانية |
| جامعة فيلاديلفيا | 6.67 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى، الثانية، الثالثة |

بتحليل الرسم البياني 2/3، يمكن ملاحظة ما يلي :

- جميع الجامعات الأردنية قيد الدراسة تستخدم في تدريس الرسم الطرق المختلفة والتي تشمل الرسم الحر والرسم اليدوي والكاد. في الحسابات التي أجريت في الجداول السابقة تم وضع الرسم الحر والرسم اليدوي تحت المسمى "طريقة الرسم التقليدية". الملاحظة المهمة في هذا الصدد هو أن هناك فصل بين مفاهيم الهندسة الوصفية وتقنيات الرسم الرقمية.
- النسبة المئوية ( 4.43 %) لمتوسط عدد الساعات المعتمدة لتدريس الرسم بالأدوات الرقمية تساوي تقريباً نصف متوسط الساعات الإجمالية المعتمدة لتدريس مقررات الرسم (8.6 %).
- النسبة المئوية للساعات المعتمدة لمقررات الرسم في الجامعة الأردنية ( 7%) بالنسبة للساعات الإجمالية المعتمدة للتخرج ( 172)، نتجت بنسبة 1.6% أقل من متوسط الجامعات الارنية قيد الدراسة ( 8.6%). من هذا المنظور وكما يلاحظ في الجدول المعني الجامعة الأردنية احتلت المركز الثاني قيل الأخير من بين الجامعات الأردنية قيد الدراسة.
- نسبة إجمالي الساعات المعتمدة في الجامعة الأردنية لتدريس الرسم بالأدوات الرقمية تساوي 3.3% والتي تقل 4%عن نسبة المتوسط (4.43 %) للجامعات الأردنية قيد الدراسة.




رسم بياني2/3: بالإشارة إلى أقسام العمارة في الجامعات الأردنية قيد الدراسة، هذا الجدول يبين النسبة المئوية لإجمالي الساعات المعتمدة لتدريس مقررات الرسم، مقسمة إلى جزئيين: جزء يشير إلى نسبة الساعات المعتمدة لتدريس الرسم بالطريقة التقليدية والأخر إلى الطريقة الرقمية.




رسم بياني3/ 3: بالإشارة إلى أقسام العمارة في الجامعات الأردنية قيد الدراسة، هذا الجدول يبين ترتيب تنازلي للنسب المئوية لساعات تدريس الرسم بالأدوات الرقمية وعلاقتها بمجموع الساعات المكرسة لمقررات الرسم.

وبترتيب الجامعات الأردنية وفقا للساعات المكرسة لتدريس الرسم الرقمي (رسم بياني 3/3)، نلاحظ ان الجامعة الأردنية تحتل تقريباً المركز الأوسط بالنسبة للجامعات الأردنية قيد الدراسة. على الرغم من هذا المركز فهي تقل بنسبة 16% تقريباً عن متوسط الجامعات الأردنية.

### 3-6-2- مقارنة بين بيانات الفئة الثانية (الجامعات العربية)

ولإعطاء مقارنة إجمالية بين الساعات المعتمدة الكلية للحصول على درجة البكالوريوس في قسم العمارة في الجامعة الأردنية و نظيراتها في الدول العربية يوضح الجدول (27/3) بياناً بذلك.

جدول27/3: مقارنة إجمالية بين الساعات المعتمدة لمقررات الرسم [1] في كليات العمارة في عدد من الجامعات العربية.

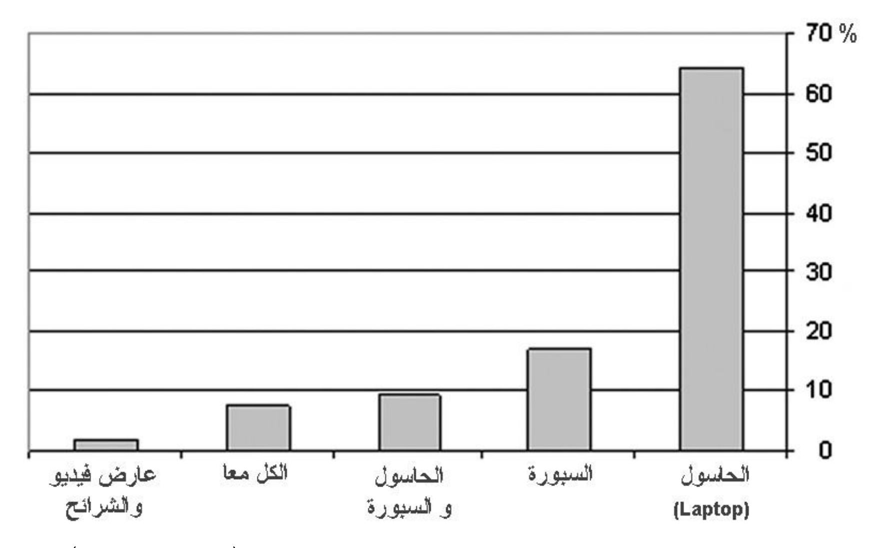
| اسم الجامعة | % مقررات الرسم بالنسبة للساعات الإجمالية المعتمدة | أساليب الرسم المستخدمة في التعليم | السنة الدراسية |
|---|---|---|---|
| جامعة النجاح | 12.72 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى والثانية |
| جامعة دمشق | 12.50 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى |
| جامعة الملك سعود | 10،62 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى والثانية |
| جامعة البحرين | 9.03 % | رسم يدوي+ كاد | الأولى والثانية |
| الجامعة الأميركية –دبي | 9 % | رسم رقمي | الثانية والثالثة |
| الجامعة التكنولوجية/ العراق | 8.67 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى والثانية |
| الجامعة الأردنية | 6.97 % | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى والثانية |
| جامعة ام القرى | 6،67 % | رسم يدوي+ كاد (CAD) | الأولى والثانية |

الغرض من الجدول 27/3 والرسم البياني 4/3 هو معرفة النسبة المئوية لمقررات الرسم في الجامعة الأردنية ومقارنتها بعدد من الجامعات العربية. وكما يلاحظ في هذا الجدول فان نسبة الساعات المكرسة لتدريس مواد الرسم في الجامعة الأردنية ( 6.97 %) أقل بالمقارنة مع الجامعات العربية قيد الدراسة. ولكن ينبغي ملاحظة أن الجدول 27/3 لا يأخذ في الاعتبار أداة الرسم المستخدمة في التدريس. لذلك النسبة الأكبر (كما هو الحال في جامعة النجاح) أو الأقل (أم القرى) من الساعات المعتمدة لتدريس مقررات الرسم لا تعني أن هناك استخدام أكبر أو أقل لأدوات الرسم الرقمية. ولهذه الغاية ، في الرسم البياني 3/3 هناك أيضاً النسب المئوية (الجزء الأحمر) لاستخدام أدوات الرسم الرقمية بالنسبة للساعات الإجمالية المكرسة لتدريس مقررات الرسم.

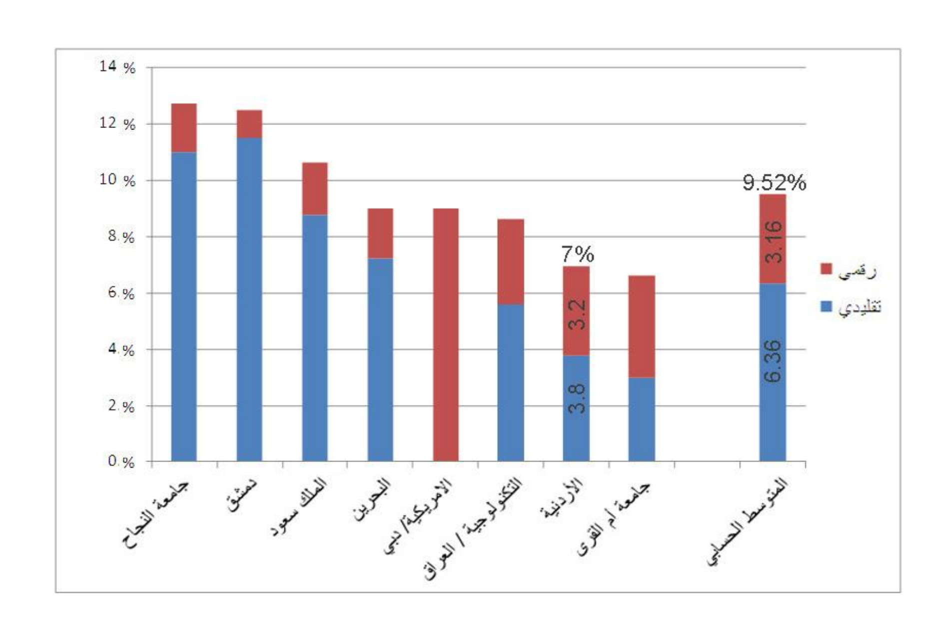
وعلاوة على ذلك، هناك أيضاً مقررات رسم حيث يتم تدريس الطريقتين التقليدية والرقمية، كما هو الحال في الجامعة الأردنية، ولكن على الرغم من هذا فإنه لا يوجد دمج بين الطريقتين أو بالأحرى لا يتم تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية باستخدام الفراغ الافتراضي، بل تدرس الطريقة التقليدية (المسطرة والفرجار)، بطريقة منفصلة عن تقنيات الكاد (CAD).

في هذا الصدد، ينبغي الإشارة إلى أنه في الفصل الرابع هناك محاولة لصياغة مثال لطريقة تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية من خلال استغلال دقة وتفاعلية وسائل النمذجة ثلاثية الأبعاد.

[1] : "مقررات الرسم" المبينة في الجدول تشمل الهندسة الوصفية والمقررات التي تتناول موضوعات متعلقة بمفاهيم وتقنيات الإظهار الهندسي والنمذجة ثلاثية الأبعاد.




شكل32/3: تفضيلات الطلاب المتعلقة بوسائل التعليم (Garcia، 2007 .R)




رسم بياني4/3: مقارنة إجمالية بين الساعات المعتمدة لمقررات الرسم في كليات العمارة في عدد من الجامعات العربية.

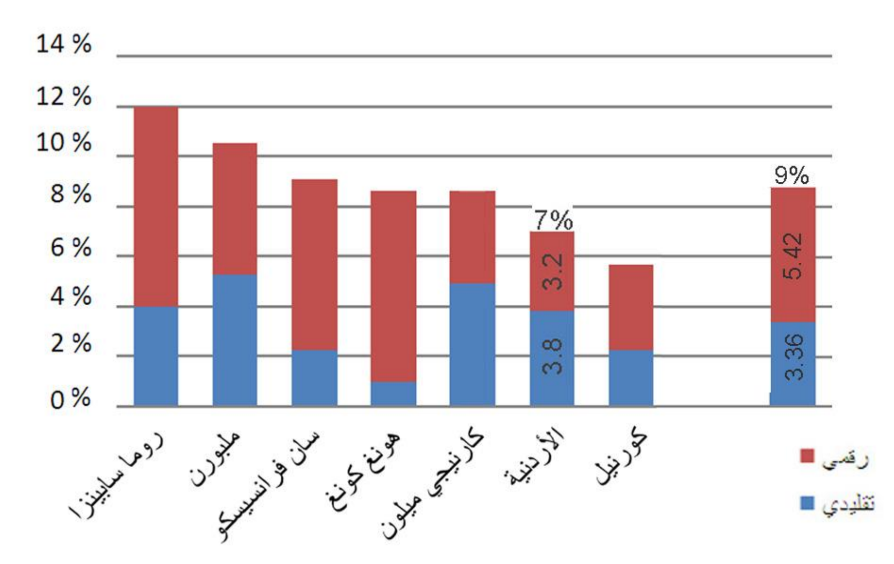
مثلا ، في شرح الإسقاطات المتعامدة لخط r في وضع عام، ينبغي أولاً رسم الإسقاطات r1 r2 الأفقية والرأسية للخط r ، ومن ثم تقويم الأثر الرأسي T"r للخط r حول خط الأرض بزاوية 90 درجة، وأخيراً توصيله مع الأثر الأفقي T'r لتحديد موضع الخط r في الفراغ الافتراضي. هذا المثال البسيط يبين طريقة تفاعلية استخدام البرمجيات الرقمية في تدريس مفاهيم الإسقاط المتعامد. وهذا يتماشى مع الهدف المقصود من هذا البحث. لأنه بمجرد إنشاء النموذج ثلاثي الأبعاد يمكن عرضه من أية مركز إسقاط وبشكل تفاعلي. مثلاً يتم الحصول على الإسقاطات الموازية ( Parallel projection) من خلال تحديد الزاويتين التي يشكلها اتجاه مركز الإسقاط d بالنسبة لمستوى الإسقاط الأفقي xy. الزاوية الأولى هي تلك التي يشكلها الإسقاط الأفقي d1 مع المحور x، والأخرى هي الزاوية التي يشكلها d مع إسقاطه الأفقي d1. من الجدير بالعلم أنه يمكن الحصول على أي إسقاط بطريقة تفاعلية باستخدام الفأرة (Mouse)، ولكن بعد معرفة التبريرات النظرية لتلك الإسقاطات. وهكذا الطالب يتعلم القاعدة النظرية وتطبيقاتها التقنية

بطريقة ديناميكية وتفاعلية. وفقا لأجوبة السؤال السابع (ملحق 3-8-1)، الطلاب يفضلون استخدام المؤثرات الحركية لأنها تساعدهم على التركيز في حل المسائل الهندسية. كما ثبت في العديد من الدراسات مثل دراسة كارسيا (Garcia 2007)، حيث أظهرت النتائج أن الجمع بين الكمبيوتر المحمول وعارض الفيديو (Video projector) هو الأسلوب المفضل لدى الطلاب ومن ثم السبورة وأخيرا الشرائح.

### 3-6-3- مقارنة بين بيانات الفئة الثالثة (الجامعات الدولية)

جدول28/3: مقارنة إجمالية بين الساعات المعتمدة لمقررات الرسم في كليات العمارة في عدد من الجامعات الدولية.

| اسم الجامعة | % مقررات الرسم بالنسبة للساعات الإجمالية المعتمدة | أدوات الرسم المستخدمة في التعليم | السنة الدراسية |
|---|---|---|---|
| جامعة روما سابينزا / (Guaroni) | % 12 | رسم يدوي+ كاد | الأولى والثانية والثالثة |
| جامعة معهد ملبورن الملكي للتكنولوجيا RMIT | %52،10 | رسم حر + رسم يدوي+ رسم رقمي | الأولى والثانية |
| جامعة سان فرانسيسكو | % 09،9 | رسم حر + رسم رقمي+ معدات التصنيع الرقمية | الأولى والثانية |
| جامعة هونغ كونغ | % 7،8 | رسم حر + رسم رقمي+ معدات التصنيع الرقمية | الأولى والثانية والثالثة |
| جامعة سيدني | % 5،7 | رسم حر+ رسم يدوي+ كاد | الأولى والثانية |
| جامعة كارنيجي ميلون / (Carnegie Mellon) بنسلفانيا | % 4،7 | رسم حر + رسم يدوي+ رسم رقمي+ معدات تصنيع رقمية (Prototyping) | الأولى والثانية |
| جامعة كورنيل (Cornell) | % 7،5 | رسم حر + رسم رقمي | الأولى والثانية |




رسم بياني5/3: مقارنة إجمالية بين الساعات المعتمدة لمقررات الرسم في كليات العمارة في عدد من الجامعات الدولية

### *3-7- ملاحظات حول منهجية تدريس مقررات الرسم في الجامعات قيد الدراسة*

بتحليل البيانات المتعلقة بتدريس الهندسة الوصفة ومقررات الرسم الأخرى في كليات العمارة لعدد من الجامعات المحلية والعربية والدولية، ظهرت الملاحظات التالية:

1. المنهجية المستخدمة في الجامعات الأجنبية تكمن في دمج موضوعات الرسم في مقرر واحد مقسم إلى ثلاثة أجزاء أو أكثر، والتي يتم تدريسها على مدار السنتين أو الثلاثة سنوات الأولى من مسار الدراسة.
2. متوسط النسبة المئوية للساعات المعتمدة لتدريس مقررات الرسم الهندسي هي 9٪ كما نرى في الجدول28/3

المواضيع الأساسية المشمولة في مقرر الهندسة الوصفية تبدأ في تدريس المفاهيم الأساسية ، وتواجهه مواضيع النمذجة والإظهار والاتصال باستخدام البرمجيات والأجهزة الرقمية.

باستطلاع برامج تدريس الهندسة الوصفية (أو مقررات مماثلة) في جامعات عربية وأجنبية، وجدنا أن هناك ثلاثة منهجيات مختلفة، والتي يمكن وصفها على النحو التالي:

- تقليدية، حيث يتم تطبيق مفاهيم الهندسة الوصفية باستخدام أدوات الرسم التقليدية (مسطرة وفرجار)، والتي يمكن أن تشمل عمليات إنشاء نماذج ثلاثة الأبعاد مادية (جبس، كرتون مقوى، خشب).
- مهجنة، حيث يتم استخدام جهاز الكمبيوتر في المقام الأول كأداة رسم فراغية. حيث يتم إعداد النماذج بواسطة طريقة مونج. ومن ثم يتم التحقق من خاصية النماذج بواسطة الإنشاءات الهندسية القائمة على المفاهيم النظرية.
- أو منهجية رقمية بحتة، حيث تستخدم فقط تقنيات النمذجة الحاسوبية مثل ميتابولز (Metaballs)، نيربس (NURBS) [15]، هندسة عكسية (Reverse Engineering). (Garito، A. Maria.2008)

#### 3-7-1- تحليل موضوعات مقررات الرسم الهندسي للجامعات قيد الدراسة

بقراءة أوصاف مقررات الرسم في الجامعات قيد الدراسة (ملحق1)، يمكن ملاحظة ما يلي:

- جميع المواضيع تقريباً تعتمد بطريقة مباشرة على أساسيات وتقنيات الهندسة الوصفية. لذلك فأنه أكثر ملائمة من وجهة نظر تنظيمية ومنطقية اعتبار المسميات المختلفة لهذه المقررات كسلسلة مترابطة لنفس المقرر، كما هو الحال في الجامعات التي اهتمت بعمل بحوث متعلقة بتجديد الهندسة الوصفية. مثلاً في جامعة روما (انظر الجدول 19/3) هناك مقرر يحمل اسم علم الإظهار (Representation science) ومقسم إلى سلسلة من ثلاثة أجزاء ؛ وأيضاً في جامعتي ملبورن (RMIT) وسيدني (Sydney) هناك مقرر الإظهار المعماري مقسم لسلسلة من ثلاثة أجزاء (الجدولان 20/3 و 21/3)؛ وفي جامعة كورنيل (Cornell) هناك مقرر "الرسم" مقسم إلى أربعة أجزاء (الجدول 22/3).

- أن محتوى مقرر ما يتعارض "تقنياً" مع عنوانه، على سبيل المثال، نجد أن وصف مقرر الرسم بالحاسوب (في جامعة العلوم والتكنولوجيا) يضمن موضوعات متعلقة بتدريس الرسم الحر. وبطريقة عكسية، في وصف مقرر الرسم الحر (في جامعة آل البيت) نجد مواضيع تتعلق بتدريس تقنيات الرسم الرقمي. كما يلاحظ أن هناك ترجمة مختلفة (في بعض الحالات غير مناسبة) لمصطلحات برمجيات الرسم الحاسوبية وهذا يدعو الحاجة إلى ضرورة عمل معجم عربي موحد لهذه المصطلحات التقنية. والذي يجب أن يعتمد أساساً على مصطلحات الهندسة الوصفية. والذي سيكون عوناً كبيراً للطلاب والمدرسين في كليات الهندسة في الجامعات العربية.

أخذين بالاعتبار حقيقة أنه بمجرد الانتهاء (أو خلال) بناء نموذج رقمي لكيان هندسية ، يمكن مشاهدته من أي مركز نظر سواء لانهائي ،كما في الإسقاطات المتعامدة أو الاكسنومتري، أو نهائي كما في المنظور. وبما أن أسلوب الإسقاطات المتعامدة ( Monge Projection) يمثل عامل أساسي في مراحل إعداد العناصر الضرورية لإنشاء النماذج (كما سنرى في الفصل الخامس والسادس). وفقا لهذا الاعتبارات السؤال الذي يطرح نفسه هو : لماذا تدريس أساليب الإظهار ثلاثية الأبعاد كالأكسنومتري والمنظور؟.

للإجابة على هذا السؤال بشكل عام يمكننا القول أن تدريس هذه الأساليب بواسطة الرسم الحر يهدف إلى الحصول بسرعة على معلومات تقنية كما في الاكسنومتري أو إدراكية كما في المنظور. بالإضافة إلى منافع أخرى مثل تطبيق العلاقة التقابلية بين الكيان وإسقاطه ألمنظوري (أو الاكسنومتري)، أو مثل تقنية الاستردأد ألمنظوري ( geometric restitution of perspective) الذي يسمى أيضاً "المسح الغير مباشر بواسطة الصور الفوتوغرافية".

للتحقق من هذه الفرضية، ينبغي معرفة النسبة المئوية للجامعات التي تدرس مثلاً المنظور وما هي تقنية الرسم المستخدمة (رسم حر، أدوات رسم تقليدية ). لهذه الغاية قمنا بدراسة أوصاف مختلف مقررات الرسم للواحد والعشرون جامعة قيد الدراسة، وحصلنا في الجدول 29/3 على البيانات المطلوبة، وهي:

- من بين الواحد والعشرون جامعة قيد الدراسة ، هناك 18 جامعة (86٪) تدرس الإظهار ألمنظوري . ومنها ستة جامعات (29%) تدرس المنظور باستخدام الرسم الحر؛ خمسة جامعات ( 24%) باستخدام كلا التقنيتين الرسم الحر واليدوي؛ وسبعة جامعات ( 33%) باستخدام الأدوات التقليدية فقط. ويترتب على ذلك ان 14 ٪ من الجامعات لم تعد تدرس المنظور بالطريقة التقليدية (رسم حر ويدوي).
- من بين الجامعات الدولية قيد الدراسة أربع جامعات (71٪) تدرس المنظور باستخدام الرسم الحر، وجامعة واحدة ( 14%) تستخدم كلا الطريقتين الحر والتقليدي، وجامعتين ( 29%) لا يشملان المنظور في مقررات الرسم.
- من بين السبعة جامعات العربية قيد الدراسة، هناك ستة جامعات (86٪) تدرس الإظهار ألمنظوري. ومنها لا يوجد أية جامعة تدرس المنظور باستخدام الرسم الحر؛ وجامعة واحدة باستخدام كلا التقنيتين؛ وخمسة جامعات (71%) تدرس المنظور باستخدام الرسم اليدوي.

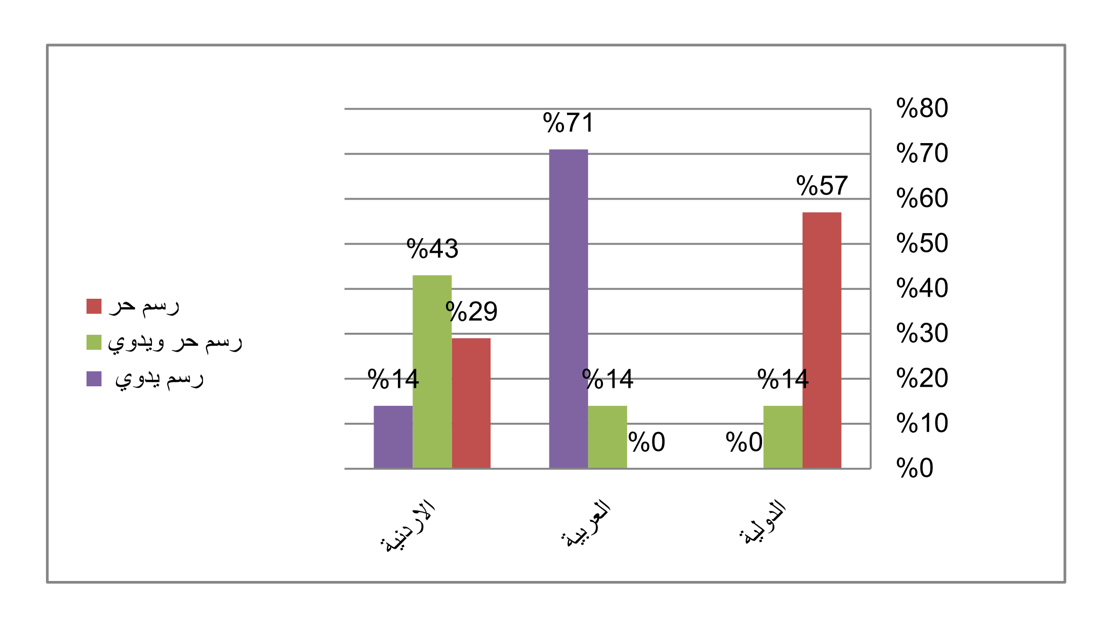
- جميع الجامعات الأردنية قيد الدراسة تدرس الإظهار ألمنظوري. ومنها يوجد جامعتين ( 29%) تدرسان المنظور باستخدام الرسم الحر؛ وثلاثة جامعات ( 42) باستخدام كلا التقنيتين؛ وجامعتين (29%) تدرس المنظور باستخدام الرسم اليدوي.
- وبتحليل الرسم البياني 6/3، يظهر أن غالبية الجامعات الدولية قيد الدراسة تؤكد الفرضية أعلاه، أي باعتماد تقنيات النمذجة الرقمية، فأنة كافي تدريس أساليب الإظهار ثلاثية الأبعاد (منظور وأكسنومتري)، باستخدام تقنية الرسم الحر فقط". بالرغم من ذلك فان بيانات الجامعات العربية تعطي نتائج عكسية، أي أن أغلبيتها المطلقة تدرس المنظور باستخدام التقنيات اليدوية. أما الوضع في الجامعات المحلية فأنة يبدو تقريباً متوازن بين استخدامات الرسم الحر وتلك اليدوية.

جدول29/3: تقنيات الرسم المستخدمة لتدريس المنظور في الجامعات قي الدراسة

| | الجامعة | المقرر | طريقة الرسم |
|---|---|---|---|
| الجامعات المحلية | جامعة فيلادلفيا | الرسم المعماري والمنظور، الرسم الحر | رسم حر؛ أدوات تقليدية |
| | جامعة العلوم والتكنولوجيا | الرسم_المعماري بالحاسوب؛ الرسم_المعماري | أدوات تقليدية |
| | جامعة الإسراء | الرسم الحر | رسم حر |
| | الجامعة الألمانية الأردنية | رسومات تقنية (Technical_Graphics)؛ الرسم الحر | أدوات تقليدية؛ |
| | جامعة آل البيت | الرسم الحر؛ الرسم الهندسي، الرسم المعماري | رسم حر؛ أدوات تقليدية |
| | جامعة البلقاء التطبيقية | الرسم الحر | رسم حر |
| | جامعة البتراء | الرسم الحر؛ رسم معماري؛ | رسم حر؛ أدوات تقليدية |
| | | | |
| الجامعات العربية | الجامعة الأردنية | الرسم والإظهار المعماري؛ الرسم_المعماري بالحاسوب | رسم حر؛ أدوات تقليدية |
| | جامعة دمشق | الظل والمنظور؛ | أدوات تقليدية |
| | جامعة النجاح | الرسم الحر | أدوات تقليدية |
| | جامعة البحرين | الرسم والتعبير المعماري | أدوات تقليدية |
| | جامعة الأميركية دبي | - | - |
| | جامعة أم القرى | الظل والمنظور | أدوات تقليدية |
| | الجامعة التكنولوجية/ العراق | الإظهار المعماري | أدوات تقليدية |
| | | | |
| الجامعات الدولية | جامعة روما سابينزا | علم الإظهار | رسم الحر |
| | جامعة ملبورن | الإظهار المعماري | رسم الحر |
| | جامعة سيدني | - | - |
| | جامعة كورنيل | الرسم 1: الرسم الحر؛ الرسم 2: أنظمة الرسم | رسم حر؛ أدوات تقليدية |
| | جامعة كارنيجي ميلون | الرسم المعماري | رسم حر |
| | جامعة سان فرانسيسكو | وسائل الاتصال | رسم حر |
| | جامعة هونغ كونغ | - | - |

- بدراسة مقررات الرسم في كليات الهندسة المعمارية في بعض الجامعات العربية والأجنبية ، يمكن ملاحظة أن هناك اختلافات كبيرة في تسمية هذه المقررات بالرغم من تشابه محتوياتها بالإشارة إلى المواضيع الكلاسيكية للهندسة وصفية (إسقاطات متعامدة، منظور ، نظرية الظلال، إنشاءات هندسية

مستوية أو فراغية، منحنيات، سطوح). وبما أن معظم مقررات الرسم تعتمد أساساً على مفاهيم الهندسة الوصفية وتطبيقاتها سواء بالطريقة التقليدية أو بالحاسب ، فتعدد التسميات يمكن أن يمثل عنصر ارتباك للطلاب والباحثين. يبدو أنه ليس هناك ما يبرر هذه التسميات المختلفة لهذا المقرر. في هذا الصدد وبسب تعقيد سيناريو أدوات الرسم واحتياجات التواصل، ينبغي تنظيم طرق التعليم بطريقة مختلفة، مثلاً في جامعة دانونسيو (d'Annunzio University) (link) ، تم تنظيم التعليم على أربع وحدات 'منفصلة ولكنها متكاملة، وهي 1- أساسيات الهندسة الوصفية؛ 2- تقنيات الإظهار؛ 3- التصميم الرقمي؛ 4- المسح المعماري والبيئي.




رسم بياني6/3: النسبة المئوية لتقنيات تعليم المنظور في الجامعات قيد الدراسة

الهندسة الوصفية لا تزال تمثل المقرر الذي يدرس المفاهيم للممارسة العقل على إدراك الفراغ الهندسي ثلاثي الأبعاد و وتقنيات إظهاره بطريقة لا لبس فيها. باستخدام دقة أدوات الرسم الرقمية وإمكانية التفاعل التي تتيحها هذه الأدوات، فـأنه من الممكن توسيع نطاق الهندسة الوصفية والتعمق في مواضيعها لصياغة الخصائص الشكلية لأنواع جديدة من الأسطح وإجراءات أخرى لطرق الإظهار. هذا يعني أنه لا يمكن أن يتم تجديد مقرر الهندسة الوصفية عن طريق صياغة مسميات جديدة، والتي قد تعطي انطباع لتجديد زائف. تجديد الهندسة الوصفية يتم من خلال إجراء بحوث بهدف الوصول إلى نتائج ملموسة. على سبيل المثال، استخدام الكمبيوتر لتطبيق مفاهيم المستوى الأمامي ( بالايطالية: Piano Anteriore) في الإسقاط المركزي (المنظور) ، يمثل طريقة جديدة ومفيدة في علمية التقويم الفوتوغرافي ( Deskew). أي بواسطة هذه الطريقة (شكل 101/6) يمكن الحصول على الإسقاطات المتعامدة لواجهات مبنى. حيث يتم تحويل الخطوط التي تتلاقى في نقطة تلاشي إلى خطوط موازية لبعضها البعض. مثال آخر، مفهوم تحديد المحل الهندسي في المستوى وفي الفراغ، يسمح بحل مسائل هندسية معقدة مثل تلك التي واجهنا في الفصل الخامس، حيث تم تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات المتماسة أربعة كرات معلومة.

أعتقد أن تعليم مقرر الرسم المعماري قبل الهندسة الوصفية يقيد التفكير في المقاسات وفي تكرار العناصر الهندسية المتشابهة التي عادة ما تكون موجودة في المشاريع المعمارية (مناشير أفقية ورأسية). بينما

طريقة تدريس الهندسة الوصفية كمقرر أولي، وخصوصاً باستخدام الفراغ الافتراضي، تعمل على تحرير عقل المتعلم في تصور فراغ هندسي ديناميكي قابل للتشكل بأي اتجاه وانحناء، وفي التفاعل معه وحل المسائل التي قد تنشأ من هذا التفاعل. ويعطي الفرصة للتعامل مع الأشكال بهدف التآلف معها والسماح بتشكيل الأحجام والفراغات، لمعرفة الأشكال الحقيقية وإسقاطاتها المتوازية ( Parallel projection) أو المركزية ( Central Projection)، لإفراد الأسطح وتصنيفها، لمعرفة طبيعة خطوط التقاطع وخصائصها المستوية أو الفراغية، وما إلى ذلك من مفاهيم القياس والموضع . وبهذه الطريقة يتم الانتقال بشكل طبيعي وتدريجي من العام إلى الخاص، من العمارة المجردة المشكلة وفقاً للتطبيقات المحوسبة للهندسة الوصفية إلى عمارة تحتاج ليس فقط إلى أصالة الفكرة التشكيلية بل أيضاً إلى الكثير من القيود والقوانين والاتفاقات والأبعاد المفروضة، وما إلى ذلك من معرفة في الكثير من المجالات الأخرى.

تبين في متابعة استطلاع برامج الجامعات المختلفة ، أن معظم كليات الهندسة في الجامعات العربية لا تزال تدرس الهندسة الوصفية باستخدام الطريقة التقليدية. ولذلك من الواضح أن لدى هذه الجامعات أسباب تبرر تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية وتطبيقاتها في التصور النظري للفراغ الهندسي باستخدام الأدوات التقليدية. وهناك نسبة من الجامعات التي تستخدم على حد سواء الأدوات التقليدية وتلك الرقمية في تدريس الهندسة الوصفية، كما هو الحال في الجامعة الأردنية حيث الوقت المكرس لتدريس مقرر "الرسم الهندسي والهندسة الوصفية" مقسم بالتساوي بين استخدام الأدوات التقليدية المسطرة والفرجار وتطبيقات الحاسوب باستخدام البرمجية أوتوكاد. ولكن في هذه الحالة لوحظ في برنامج المقرر (ملحق 1-1-1-1) أنه يوجد فصل او عدم تكامل بين مفاهيم الهندسة الوصفية وتقنيات الكاد.

بإتباع منطق ربط تدريس الهندسة الوصفية بأداة الرسم المستخدمة ، يمكننا تصنيف طرق التدريس كم يلي:

- الطريقة التقليدية (المسطرة والفرجار)؛
- الطريقة المختلطة الرقمية والتقليدية؛
- الطريقة الرقمية

ومن الجدير بالذكر أنه عندما يتم استخدام أداة الرسم الرقمية (اي برمجيات الحاسوب) لتدريس الهندسة الوصفية، ينبغي إعطاء الأولوية لتطبيقات المفاهيم في الفراغ الافتراضي وليس للخيارات والتقنيات والحلول الجاهزة التي توفرها البرمجيات (Auriemma 2009). كما هو الحال في مقرر الهندسة الوصفية في جامعة روما للأستاذ ملياري (ملحق 1-3-1).

للوصول إلى فهم أفضل لفائدة الطريقة التقليدية ومقارنتها بتلك الرقمية ، فقد يبدو من المناسب اختبار فيما يلي الطريقتين من خلال حل مسألة هندسية معينة، لنكون قادرين على القيام بتحليل مزايا وعيوب هاتين الطريقتين في حل هذه المسألة. حيث يراد معرفة الفائدة التعليمية من خلال تسليط الضوء على العمليات الهندسية المعتمدة بالإشارة أولا إلى المفاهيم النظرية العامة للهندسة الوصفية ومن ثم إلى

تطبيقاتها التقنية سواء في الطريقة التقليدية أو الرقمية. للقيام بذلك سنحاول قدر الإمكان تبرير الإجراءات التقنية المستخدمة.

### 3-7-1-1 مقارنة بين الرسم التقليدي والرقمي في حل مسالة هندسية (المسافة بين خطين متخالفين (Skew Lines)

قبل الشروع في اعتماد الإجراء التقني لحل أي مشكلة هندسية، فمن الضروري تقديم المفاهيم النظرية في الفراغ بشكل عام. وفي هذا الصدد، ينبغي الإشارة إلى أنة منذ الآن تظهر ميزة من ميزات استخدام طريقة الرسم الرقمية، حيث يمكن عرض المفاهيم في فراغ افتراضي ثلاثي الأبعاد مرئي وتفاعلي. وما قد تجلبه هذه الميزة من فوائد في العملية التعليمية. أما باستخدام طريقة الرسم التقليدية يمكن تصور المفاهيم في الفراغ وبعد ذلك إظهارها فقط بواسطة رسومات ثنائية الأبعاد.

لحل المشكلة الهندسية المعنية ينبغي معرفة المفاهيم التالية:

- تعريف خطين متخالفين
- حالة التوازي بين مستويين ، وبين خط ومستوى.
- حالة التعامد بين خط ومستوى
- مسألة التقاطع بين خط ومستوى
- مسألة المقياس الحقيقي لخط مستقيم

#### 3-7-1-1-1- مفاهيم عامة

خطان متخالفان عندما لا يشتركان في أي نقطة سواء نهائية أو لانهائية. أي أنهما لا يمكن أن ينتميان إلى نفس المستوى. ولكنهما يمكن أن يحددا خط لانهائي مشترك بين حزمة من مستويات متوازية فيما بينها. من بين هذه المستويات هناك مستويين $\alpha$ و$\beta$ يمران بالخطين المعلومين r s. ولهذا فالمسافة الأدنى بين الخطينr s تقاس على قطعة مستقيمة تنتمي إلى خط p عمودي على المستويين $\alpha$ و $\beta$. أطراف هذا المستقيم تحدد كنقاط تقاطع بين الخط p ونفس المستويين $\alpha$ و $\beta$.

من المؤكد أن عمليات الرسم التي يتم تنفيذها بالطريقة التقليدية عادة ما تكون أكثر صعوبة وبالتالي بحاجة إلى مفاهيم وتقنيات أكثر من أسلوب ثلاثي الأبعاد.

بطبيعة الحال المفاهيم الأساسية ترتبط بحالات فراغية، في الطريقة التقليدية ينبغي القيام بمرحلة إضافية بالنسبة للأسلوب الرقمي، والتي تكمن في تمثيل الفراغ على مستوى الإسقاط (ورقة الرسم). بينما الطريقة الرقمية تسمح بتطبيق المفاهيم مباشرة في الفراغ الافتراضي، أما الإسقاط فيتم بطريقة تلقائية.

الآن لنرى بالتفصيل كيف حل هذه المسألة باستخدام الطريقة التقليدية أولا ثم الطريقة الرقمية باستخدام الفراغ الافتراضي للبرمجية أوتوكاد (AutoCAD).

- حالة التوازي بين خط ومستوى، الخط يوازي مستوى عندما يلاقيه في نقطة لانهائية، أي عندما يوازي خط ينتمي للمستوى.
- حالة التوازي بين مستويين، مستويين يكونان متوازيين فيما بينهما عندما يلتقيان في خط لانهائي، أي عندما خطين من مستوى يلتقيان المستوى الأخر في نقطتان لا نهائيتان. بكلمات أبسط، عندما خطين من مستوى يوازيان خطين من المستوى الأخر.
- حالة التعامد بين خط ومستوى، عندما يكون الخط عمودي (°90) على خطين من المستوى.
- المقياس الحقيقي لمستقيم، وفقاً لطريقة التمثيل المستخدمة ، يمكن الحصول على المقياس الحقيقي لمستقيم عندما يتم تطبيقه على مستوى الإسقاط في طريقة الإسقاط المركزي (المنظور). أما في طريقة الإسقاط الموازي (طريقة مونج، اكسنومتري) يمكن تطبيقه أيضاً على مستوى موازي لمستوى الإسقاط .

3-7-1-1-2- حل المسألة بالطريقة التقليدية (2D)

لحساب أدنى مسافة بين خطين متخالفين r s باستخدام طريقة مونج، ينبغي تحديد المستويين α وβ المارين بالخطين r s بحيث يكونان موازيين لبعضهما البعض. وكما قلنا، مستويين يكونان متوازيان لبعضهما عندما يكون إحداهما، مثلاً α موازي لخطين من المستوى الأخر β . لحل مسألة التوازي بين مستويين في الطريقة التقليدية، يكفي تحديد أثارهما، أي تحديد خطي تقاطعهما مع مستويي الإسقاط الأفقي والرأسي.
للعثور على آثار إحداهما مثلاً المستوى α: – نأخذ نقطة Q من الخط r ومنها نمرر خط a بحيث يكون موازي للخط الأخر s ، وهذا يعني أن نرسم من الإسقاطات Q1 Q2 للنقطة Q خطين a1 a2 يمثلان إسقاطات الخط a بحيث يكونان موازيين للإسقاطات s1 s2 للخط الآخر s؛ – نحدد الآثار الأفقية والرأسية للخطين r a ونوصلها ببعضهما مثنى مثنى للحصول الآثار t'α و t "α للمستوى α . الذي يمثل في هذه الحالة المستوى المار بإحدى الخطين المعلومين r والموازي للخط الأخر s. شرط التوازي بين مستويين في طريقة مونج هو ان تكون أثارهما الأفقية والرأسية متوازية بالتوالي فيما بينها. أي أن يكون الأثر الأفقي t'α للمستوى α يوازي مثيلة t'β للمستوى الأخر β ، وبالمثل ينبغي أن يكون هناك توازي بين أثريهما الرأسيين t"α β t". لإيجاد خط عمودي p على المستويين α و β ليس من الضروري إيجاد آثري المستوى β، لأنه كافي أخذ نقطة R من الخط s ومنها رسم الخط p . بتطبيق مفهوم التعامد في طريقة مونج بين خط p ومستوى α نرسم إسقاطات الخط بحيث يكونان عموديين بالتوالي على أثري α.

وبما أن النقطة R تمثل إحدى طرفي المستقيم الذي يمثل المسافة المطلوبة بين المستويين، فينبغي إيجاد الطرف الأخر V كنقطة تقاطع بين الخط والمستوى . لهذه الغاية نستخدم مستوى مساعد γ بحيث يمر بالخط p ويقطع المستوى α وفقاً لخط b. بإتباع هذا الإجراء نحصل على النقطة V كتقاطع بين الخطين b p. كيف يترجم مفهوم التقاطع بين خط ومستوى في طريقة مونج؟. لإيجاد نقطة التقاطع في طريقة مونج، عادة ما يستخدم مستوى مساعد رأسي لأنه يسهل عملية تحديد نقطة التقاطع V. حيث أن الأثر

الأفقي t'γ للمستوى γ يتطابق مع الإسقاط الأفقي p1 للخط p، والأثر الرأسي γ "t بطبيعة الحال عمودي على خط الأرض. خط التقاطع b بين المستويين γ α يحدد بتوصيل نقطتي التقاطع بين آثار المستويات γ α، أي أن الأثر الأفقي T'b للخط b يحدد كنقطة تقاطع بين الآثار الأفقية t'γ t'α للمستويين γ α ، وبالمثل الأثر الرأسي للخط يحدد كتقاطع بين الآثار الرأسية لنفس المستويات γ α . وبما أن الإسقاطات الأفقية b1 p1 للخطوط b1 p1 يتطابقان مع الأثر الأول للمستوى المساعد الرأسي γ، فينبغي أولا تحديد الإسقاط الرأسي V2 للنقطة V كتقاطع بين الإسقاطات الرأسية b2 p2 للخطوط b p، ومن ثم يتم تحديد الإسقاط الأول V1 كتقاطع بين خط التناظر المار بالنقطة V2 والإسقاطات الأفقية b1 p1 المتطابقة مع الأثر الأفقي t'γ للمستوى γ .

وأخيراً لتحديد المقاس الحقيقي للمستقيم V_R ينبغي تدوير المستوى الرأسي حول إحدى أثريه، مثلاً الأفقي t'γ، حتى يتطابق مع مستوى الإسقاط الأفقي $\pi 1$. لهذه الغاية نأخذ ارتفاعات النقاط V2 وR2 وننقلها على الخطين المارين بالإسقاطات V1 و R1 والعموديين على الأثر t'γ وهكذا نجد النقطتين *R *Q وبالتالي المستقيم الذي يصلهما يمثل المسافة المطلوبة بين الخطين المتخالفين المعلومين s،r.

بمتابعة حل المسألة السابقة في الطريقة التقليدية، يمكننا ملاحظة ان هناك سلسلة مكونة من ثلاثة مراحل: – الأولى تكمن في معرفة المفهوم النظري؛ – والثانية في تخيل الحالة الفراغية التي تمثله؛ – والثالثة في التعامل مع إسقاطات الحالة الفراغية على ورقة الرسم. باستخدام الأدوات الرقمية، كما سنرى أدناه، يكفي معرفة المفهوم وتطبيقه في الفراغ، لان عملية الإظهار تتم بطريقة تلقائية. وهذا لا يعني عدم القيام بعمليات إضافية من الإنشاءات الهندسية بهدف دراسة هذه الإظهارات التلقائية وتبرير نتائجها. في هذا الصدد من المهم مراجعة الفصل الخامس من هذا البحث حيث هناك العديد من التطبيقات المتعلقة بمرحلة تحليل نتائج الإظهار التلقائية.

للوصول إلى فهم أفضل للفائدة التعليمية من استخدام طريقة الرسم الرقمية ، سنتابع فيما أدناه حل المسألة الهندسية المعنية ، أي تحديد المسافة الأدنى بين خطين متخالفين.

### 3-7-1-1-3- عمليات الرسم في الفراغ الافتراضي

لحساب المسافة بين خطين متخالفين s r معلومين في الفراغ الافتراضي، نباشر، كما قلنا سابقاً، بأخذ نقطة R على إحدى الخطين، مثلاً على r، ومنها نمرر خط a موازي للخط الأخر s. بما أن خطين متقاطعين a ،r يحددان مستوى α ، فيمكن وضع مستوى الإحداثيات xy (UCS)، بحيث يكون متطابق مع المستوى α ، وهذا يتم باختيار ثلاثة نقاط منتمية للخطين a r . وبما ان الخط s يوازي الخط a المنتمي للمستوى α، فهذا يعني، وفقاً لشرط التوازي بين خط ومستوى، أن s يوازي α وبالتالي باستخدام الأمر IDentify من الممكن معرفة مسافة أي نقطة تنتمي للخط s، بالنسبة للمستوى α . هذه المسافة تساوي قيمة إحداثيات محور الارتفاع z بالنسبة للمستوى xy المتطابق مع α ، والتي تمثل المسافة

المطلوبة بين الخطين المتخالفين s r. بشكل عام، المسافة بين خطين متخالفين تقاس على أي خط عمودي على المستويين المتوازيين α β والمارين بالتوالي بالخطين s r.

إذا أردنا رسم هذا الخط العمودي p، نشرع باختيار أي نقطة Q تنتمي للخط s كطرف أولي للخط p، أما الطرف الأخر V، وفقاً لحالة التعامد بين الخط p والمستوى α، يمكن تحديده بواسطة الإحداثيات كالتالي: xy = نفس إحداثيات النقطة Q، إما إحداثيات ارتفاع V بالنسبة للمستوى α فتساوي قيمة ارتفاع أي نقطة تنتمي للخط s.

لإظهار المقاس الحقيقي للخط p نمرر به مستوى رأسي γ وباستخدام الأمر UCS ننقل المستوى xy بحيث يتطابق (او يوازي) المستوى γ ، ثم نختار plan لتدوير γ يوازي شاشة الحاسوب. بما أن ثلاثة نقاط غير مصطفة تحدد مستوى واحد فقط، فلتحديد المستوى γ نستخدم الأمر UCS ومن ثم نختار نقطتين على الإسقاط الأفقي p1 للخط p، أما النقطة الثالثة يمكن أن تكون أي نقطة تنتمي للخط p. ينبغي الإشارة إلى أنة من الممكن تحديد النقطتين على الإسقاط الأفقي p1 للخط p دون الحاجة إلى رسمه، بواسطة ترشيح إحداثياتهما (*Coordinate_Filters*).

### 3-7-1-2 استنتاج

في حل مسألة هندسية ثلاثية الأبعاد، مثل تحديد المسافة بين خطين متخالفين، باستخدام كلا الطريقتين التقليدية (او ثنائية الأبعاد) والرقمية ثلاثية الأبعاد، يمكن ملاحظة بشكل عام مرحلتين: مرحلة تخيل الحالة الفراغية التي تمثل المسألة ومن ثم مرحلة الإنشاءات الهندسية لحل هذه المسالة (فقرة 3-7-1-1). باستخدام الرسم ثنائي الأبعاد هناك الحاجة إلى إنشاءات هندسية ليس فقط في تطبيق المفاهيم لحل المسألة المعنية بل أيضاً في معرفة التقنيات لإظهارها. لذا يمكننا القول أن مهمة الرسم التقليدي في حل مسالة هندسية ثلاثية الأبعاد، تتطلب جهد عقلي أكبر بكثير من الرسم ثلاثي الأبعاد، لأن الطريقة التقليدية بحاجة إلى الكثير من المفاهيم والتقنيات في عملية الحل وفي عملية الإظهار على حد سواء.

ووفقا لهذه الاعتبارات والنظر في حقيقة أن الغرض الأساسي من تدريس الهندسة الوصفية هو ممارسة العقل على إدراك الفراغ الهندسي ومعرفة قواعد إنشاءه، فالسؤال الذي يطرح نفسه هو:

3-7-1-2-1 هل هناك فائدة اليوم من تدريس الهندسة الوصفية باعتماد الطريقة التقليدية ؟.

أعتقد ان الطريقة الأكثر فعالية للإجابة على هذا السؤال تكمن في القيام بتعليم الهندسة الوصفية لمجموعتين من الطلاب، واحدة بالطريقة التقليدية والأخرى بالطريقة الرقمية ثلاثية الأبعاد ، وذلك بهدف عمل تقدير ومقارنة لقدرة كل مجموعة على إدراك الفراغ الهندسي ومعرفة قواعده الإنشائية والإظهارية. ولكن للأسف لأسباب تنظيمية وتقنية مختلفة لم يكن من الممكن إقامة مثل هذه الدورات. ولكن لمعالجة هذه المسالة يمكن الإشارة إلى دراسات أخرى متعلقة بدورات مماثلة. وأيضاً في مواجهة بعض الأمثلة

العملية التي هدفها التأكيد على فعالية استخدام الفراغ الافتراضي في تدريس مقرر الهندسة الوصفية من جهة وعلى صلاحية هذا المقرر في حل المشاكل الهندسية المعقدة من جهة أخرى .على وجه الخصوص الفصل الرابع من هذا البحث سيتناول موضوع نظرية الظلال، والفصل الخامس سيتناول حل لمسألة لتحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات المتماسة أربعة كرات معلومة.

من بين المواضيع الأخرى الهامة لتوضيح مزايا استخدامات الكمبيوتر في تحسين نوعية تعليم مادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية، في الفقرات أدناه سيتم مواجهة وتحليل استبيان حول فعالية استخدام الفراغ الافتراضي في تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية.

3-7-1-2- 2 عشرة ميزات لاستخدام الكاد بدلاً من الرسم اليدوي

أدوات الرسم الرقمية كاد ( CAD) مستخدمة على نطاق واسع في جميع مجالات الصناعة. لماذا يتم استخدام الكاد بدلاً من الرسم اليدوي. الأسباب الأكثر أهمية هي:

1. النمذجة ثلاثية الأبعاد: إنشاء النماذج بالطريقة اليدوية يعتبر عمل صعب ومتعب للغاية. هناك العديد من الميزات الفعالة في برمجيات الكاد لإنشاء بسهولة نماذج ثلاثية الأبعاد.
2. سهولة التعديل: سهولة تعديل الرسومات، بوجود خيارات مثل" النسخ" ( copy)، "القص" ( Cut)، "اللصق" (Paste)، "الحذف" ( Delete)، "والنقل" ( move) ، وغيرها من خيارات التحرير المماثلة والمتاحة في جميع برمجيات الكاد.
3. سهولة الإخراج (reproduce): عملية إخراج التصاميم بالطريقة التقليدية تستغرق وقت طويل بعض الأحيان أيام، ولكن في حالة الكاد، فمن الممكن إنتاج الرسومات في وقت قصير وعمل العديد من النسخ.
4. التصنيع بمساعدة الكمبيوتر ( Computer_Aided_Manufacturing): نماذج الكاد تستخدم كمدخل (Input) للبرمجيات CAM لتوليد بيانات التحكم الرقمي ( Numerical Control). الرسومات اليدوية لا يمكن استخدامها في برمجيات الكام.
5. الهندسة بمساعدة الكمبيوتر ( Computer-Aided Engineering): بيانات النماذج الافتراضية مهمة لبرمجيات الكي (CAE) . التي يمكن لها محاكاة ظروف الإجهاد الحقيقي ( Stress Analysis) وتحديد ما إذا كان النماذج قادرة على تحمل هذا الإجهاد. الرسومات المنشاة يدوياً لا تصلح للتكنولوجيا كي .
6. محاكاة الآليات : يمكن استخدام نمذجة الكاد للمحاكاة الآلية ، بحيث يمكنك اختبار وظيفة جهاز دون الحاجة إلى الاستثمار في بناء النموذج الأولي ( prototyping). الرسومات التقليدية لا تصلح لمحاكاة الآليات.
7. إنشاء قاعدة بيانات : يمكن استخدام ملفات الكاد لإنشاء قواعد بيانات PDM (Product Data Management) و PLM (Product Lifecycle Management). بمجرد إنشاء قاعدة بيانات CAD يمكن الوصول إليها بواسطة شبكة الكترونية. الرسوم التقليدية لا تصلح إلا للاستخدامات المحلية.
8. المنطق : ترتبط نماذج الكاد بين بعضها بطريقة منطقية، أو بعبارة أخرى لا يمكن إنشاء نموذج كاد إن لم يكن عملي. أما الرسومات المنفذة بالطريقة اليدوية يمكن إنشاء أي شيء بدون ضوابط.
9. صديقة للبيئة: الرسومات كاد يمكن تخزينها واستخدامها إلكترونيا دون استخدام الورق.

10. ضبط الوصول ( Access Control): بعض الرسومات والوثائق التصميمية مهمة جداً ، والتي لا ينبغي أن تكون متاحة للجميع. التحكم بالوصول إلى التصاميم تعتبر عملية سهلة بالنسبة للرسومات كاد ، ويمكن تعريف مستوى الوصول لكل منها. الرقابة والتحكم بالوصول عادة ما تكون عملية صعبة في حالة الرسوم التقليدية.

مزايا الوثائق الإلكترونية التي تتمتع بها رسوم الكاد ، والتي تم سرد أهمها في القائمة أعلاه، ينبغي أن تكون من الأسباب المنطقية والعملية المقنعة لاستخدام الكاد ثلاثي الأبعاد بدلاً من الرسم اليدوي.

## *3-8 استبيان حول فاعلية استخدام الفراغ الافتراضي في تدريس الرسم الهندسي والهندسة الوصفية*

القصد من هذا الاستبيان هو استطلاع وتحليل وجهات نظر طلاب العمارة والمعماريون حول مسألة استخدام الفراغ الافتراضي للبرمجيات الكاد في تدريس مادة الرسم الهندسة والهندسة الوصفية .

### 3-8-1 أسئلة الاستبيان

Q.1 السؤال الأول (الرسم البياني 7/3): في ضوء حقيقة أنه بمجرد وجود نموذج ثلاثي الأبعاد، يمكن توليد الإظهارات الهندسية المختلفة (منظور، اكسنومتري، إسقاطات متعامدة) بشكل تقريباً تلقائي. وفقاً لهذه الحقيقة هل تعتقد أنه من المناسب توجيه تدريس الهندسة الوصفية إلى مجال النمذجة ثلاثية الأبعاد (Modeling 3D) ؟.

Q.2 السؤال الثاني (الرسم البياني 8/3): نظرا لأهمية الهندسة الوصفية في فهم قواعد الفراغ، هل تفضل تعلم الهندسة الوصفية باستخدام أدوات الرسم الرقمية (برمجيات الكاد)؟.

Q.3 السؤال الثالث (الرسم البياني 9/3):هل تعتقد أن المنهاج الحالي لمادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية غير معاصر بالنسبة للإمكانيات التي تتيحها برمجيات الرسم الرقمية (CAD) ؟.

Q.4 السؤال الرابع (الرسم البياني 10/3): هل تعتقد أن تفاعلية المؤثرات الحركية ( Animations) يمكن أن يكون عامل مهم في زيادة تركيز طالب الهندسة في تعلم مادة الهندسة الوصفية؟

Q.5 السؤال الخامس (الرسم البياني 11/3): هل تشعر بالرهبة والخوف عندما تتعامل مع برمجيات الرسم الرقمي ؟، ولذلك تفضل الرسم الهندسي بالمسطرة والفرجار.

Q.6 السؤال السادس (الرسم البياني 12/3): في حالة تدريس مادة الرسم الهندسي باستخدام الكومبيوتر، هل تعتقد أن تعدد أوامر وخيارات برامج الرسم الرقمي يمكن أن يمثل عامل مهم في صرف الانتباه والإرباك.

Q.7 السؤال السابع (الرسم البياني 13/3): هل تعتقد أن تفاعلية المؤثرات الحركية ( Animations) يمكن ان يكون عامل مهم في زيادة تركيز طالب الهندسة في تعلم مادة الهندسة الوصفية؟.

Q.8 السؤال الثامن (الرسم البياني 14/3): لإظهار الفكرة الأولية لحالة فراغية معينة، أي من تقنيات الرسم التالية تستخدم ؟.

Q.9 السؤال التاسع (الرسم البياني 15/3): لمناقشة فكرة فراغية معينة بواسطة الرسم الحر، من بين أساليب الإظهار الهندسي (منظور، اكسنومتري، إسقاطات متعامدة)، هل تستخدم المنظور (Perspective ) ؟.

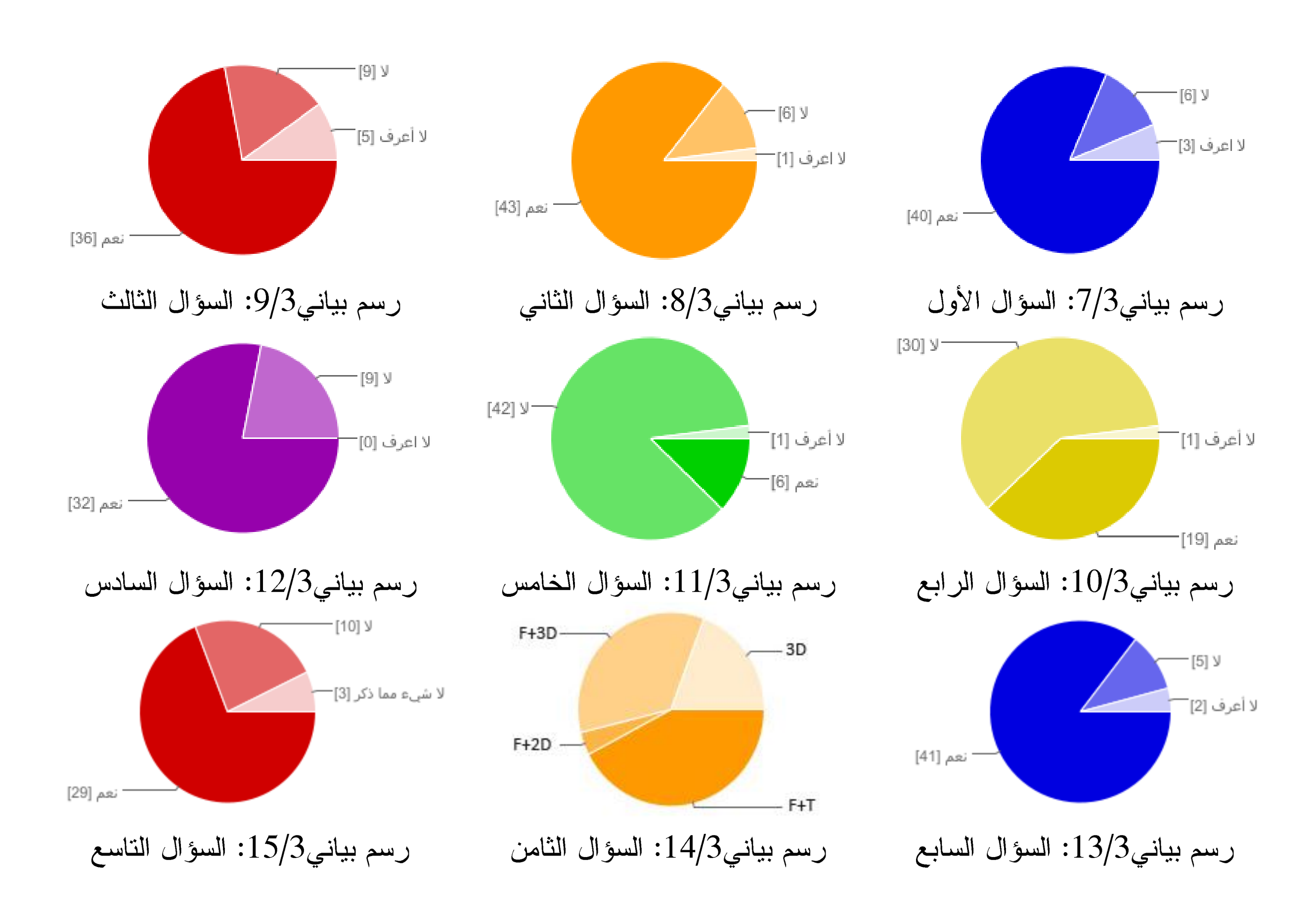
Q.10 السؤال العاشر (الرسم البياني 16/3): اختيار واحدة من الإجابات التالية للإشارة إلى حالتك الدراسية او المهنية.

### 3-8-2 نتائج الاستبيان

1. تم تعبئة الاستبيان من قبل 52 شخص ، معظمهم من المعماريين أو من طلاب العمارة، 10 ٪ من طلاب السنوات الأولى والثانية، 37 ٪ مسجلين في الثالثة والرابعة أو الخامسة 27 ٪ معماريين بخبرة أقل من 5 سنوات، و 15 ٪ معماريين بخبرة أكثر من خمس سنوات، و 4 ٪ مدرسين مواد الرسم أو التصميم (رسم بياني 16/3). تقريباً معظم الأشخاص خريجي الجامعات الأردنية ومنهم 29٪ من الجامعة الأردنية.
2. ويظهر الاستبيان أيضاً، كما هو متوقع، الاختلافات بين فئتين من الأشخاص (الأولى تشمل طلاب العمارة والمهندسين ذوي الخبرة أقل من 5 سنوات والثانية تشمل المهندسين ذوي الخبرة أكثر من خمس سنوات) ، حيث إجابات المجموعة الأولى كانت تقريباً جميعها لصالح توجه جديد لتدريس مقررات الرسم الهندسي باستخدام الأدوات الرقمية. أما إجابات الفئة الثانية فكانت لصالح استخدام الأسلوب التقليدي باستخدام المسطرة والفرجار.
3. ورداً على السؤال الثالث (رسم بياني 9/3) المتعلق بعدم ملائمة المنهجية الحالية للهندسة وصفية للإمكانيات التي توفرها أدوات الرسم الرقمية، كانت نسبة إجابات التأكيد تقارب 70 ٪، وفقط 9 ٪ نفوا فرضية هذا السؤال.
4. النسبة المئوية للأشخاص الذين أكدوا وجوب توجيه تدريس الهندسة الوصفية إلى الرسم ثلاثي الأبعاد بلغت 77٪. وهذا يعني أن هناك اهتماما كبير في موضوع تجديد تدريس مقررات الرسم باستخدام التكنولوجيات الرقمية.
5. ورداً على السؤالين الرابع والسابع، الإجابات كانت متناقضة، من جهة أغلبية المشاركون ( 80%) أكد أن فعالية المؤثرات الحركية يمكن أن تكون عامل مهم في زيادة اهتمام وتركيز الطلاب بمقررات الرسم، من جهة أخرى تقريباً 40 % أكد أن أدوات الرسم يمكن أن تمثل عامل الهاء وصرف انتباه.
6. بما يتعلق بأجوبة السؤال الثامن، المتعلقة بطريقة الرسم المستخدمة، فهي كما يلي:
   - النسبة المئوية للأشخاص الذين اختاروا الخيار الأول (استخدام أدوات الرسم التقليدية) كانت 17 ٪. التي وفقاً للفئات الفردية فهي مقسمة كالتالي: 60 ٪ من طلاب السنوات الأولى؛25% من المهندسين بخبرة أكثر من 5 سنوات ؛ 16 ٪ من طلاب السنوات الأخيرة، و 14% من المهندسين بخبرة أقل من 5 سنوات.
   - النسبة المئوية لأولئك الذين اختاروا الخيارات الثالث والرابع ( التي تشمل النمذجة ثلاثية الأبعاد مع أو بدون خيار الرسم الحر) كانت 27 ٪.
   - نسبة الذين اختاروا الخيار الثالث (رسم حر+ نمذجة) بلغت 17% . الأغلبية منهم (64%) كانت من الفئة الثالثة (مهندسين ذوي الخبرة أقل من خمس سنوات)، والذين يمثلون نسبة 80 ٪ من مشاركين نفس الفئة.
   - نسبة الذين اختاروا الخيار الرابع (نمذجة رقمية ثلاثية الأبعاد) بلغت 10%، والذين أغلبيتهم من الفئة الثانية (طلاب السنوات الأخيرة).

7. وفيما يتعلق بالسؤال التاسع (رسم بياني 15/3)، أكد نصف المشاركين تقريباً ( 56 ٪) بأنهم يستخدمون المنظور للتحقق من التصور الفراغي لفكرة تصميمية. وفقاً لنفس الفئات، النسب كانت مقسمة كالتالي: 71 ٪ من الفئة الثالثة (مهندسين ذوي خبرة أقل من سنوات)، وتقريباً نصف الفئتين الأولى والثانية (طلاب الهندسة المسجلين في الأعوام الثلاث الأخيرة أو في العامين الأولين).
أما نسبة الذين نفوا استخدام المنظور فكانت 19 ٪، الأغلبية منهم كانت من فئة طلاب السنوات الأخيرة. أيضاً في هذه الحالة نسبة كبيرة من طلاب السنوات الأخيرة يظهروا ميول أكثر باتجاه استخدام البرمجيات ثلاثية الأبعاد حتى في مراحل التصميم الأولى.
8. يمكن ملاحظة (رسم بياني 3/ 16) أن غالبية المشاركين في الاستبيان هم من فئة الطلاب المسجلين في السنوات الثلاث الأخيرة في كلية العمارة ومن فئة المهندسين بخبرة أقل من خمسة سنوات. وهذا يمكن أن يعني أن هذه الفئات هي الأكثر إدراكاً بأهمية النمذجة ثلاثية الأبعاد في تدريس مقررات الرسم الجامعية. بالفعل معظم إجاباتهم كانت ايجابية على الأسئلة المتعلقة بأهمية استخدام الأدوات الرقمية في تدريس الهندسة الوصفية.

### 3-8-3 الرسوم البيانية




رسم بياني3/7: السؤال الأول

رسم بياني3/8: السؤال الثاني

رسم بياني3/9: السؤال الثالث

رسم بياني3/10: السؤال الرابع

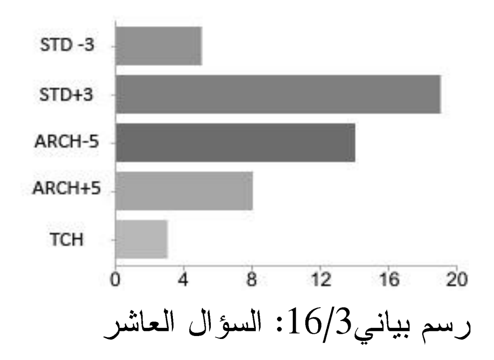
رسم بياني3/11: السؤال الخامس

رسم بياني3/12: السؤال السادس

رسم بياني3/13: السؤال السابع

رسم بياني3/14: السؤال الثامن

رسم بياني3/15: السؤال التاسع



رسم بياني16/3: السؤال العاشر

## الفصل الرابع: دمج تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية مع تقنيات الرسم الرقمي

***تطبيقات محوسبة لنظرية الظلال لتدريس المفاهيم الكلاسيكية للهندسة الوصفية***

# الفصل الرابع: دمج تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية مع تقنيات الرسم الرقمي

***تطبيقات محوسبة لنظرية الظلال لتدريس المفاهيم الكلاسيكية للهندسة الوصفية***

---

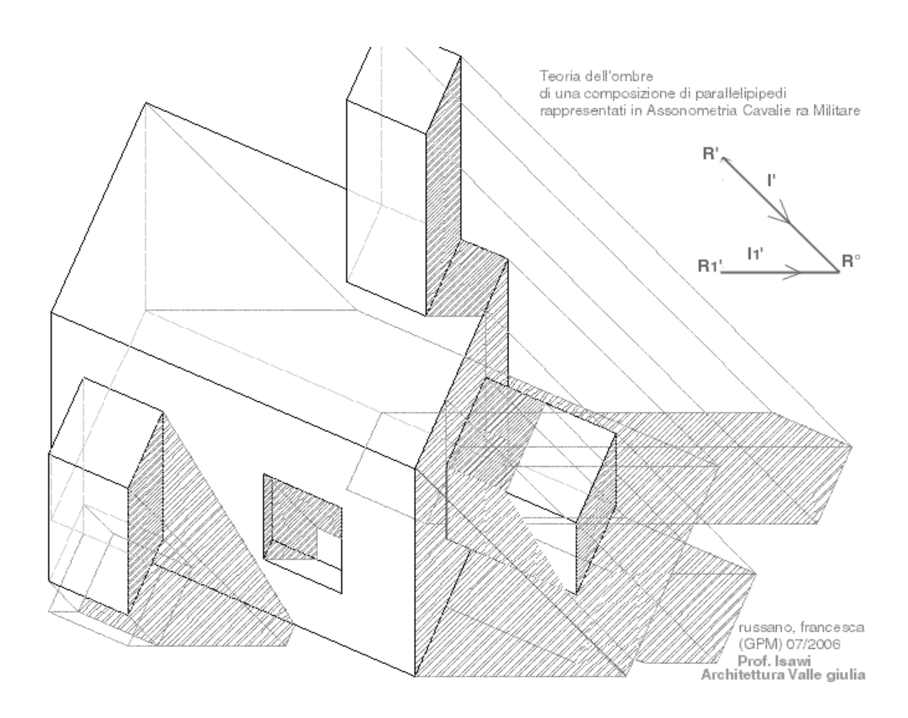
ملخص: في هذا الفصل يراد اختبار التطبيقات الحاسوبية لمفاهيم الهندسة بهدف نص طريقة جديدة لتدريس الهندسة الوصفية، تقوم بشكل رئيسي على استخدام الفراغ الافتراضي للبرمجية اوتوكاد. الهدف هو الوصول إلى إقناع المعنيين أن تدريس الرسم الهندسي باستخدام الحاسوب يساعد الطلاب على تصور وفهم العلاقات المكانية والإظهار بشكل أسرع وافضل.

### 1-4 مقدمة

الاستخدام الصحيح لتكنولوجيا المعلومات في العملية التعليمية هو موضوع في غاية الأهمية، وخصوصاً عندما يتعلق الأمر بتدريس الهندسة الوصفية: المادة التي تعمل على تطوير وتحسين قدرة الطلاب على التصور المكاني .ولكن للأسف، في الوقت الحاضر، هناك اتجاه من بعض المعلمين في تعليم الطلاب تقنيات الرسم الرقمي دون أي دعم نظري، وبالتالي فقدان للهدف الحقيقي من تدريس الهندسة الوصفية . (Brevi، F. 2006)

في هذا الفصل يراد اختبار التطبيقات الحاسوبية لمفاهيم الهندسة الوصفية بهدف نص مثال لمقترح جديد لتعليم الهندسة الوصفية، يقوم بشكل خاص على دمج استخدام أدوات الرسم الرقمية مع الأساسيات النظرية اللازمة لترجمة التفكير البديهي إلى نمذجة ثلاثية الأبعاد بطريقة علمية وصارمة. الهدف الوصول إلى إقناع المعنيين أن تدريس الهندسة الوصفية والرسم المعماري باستخدام الحاسوب سيساعد الطلاب على فهم العلاقات المكانية والتصور والإظهار.

في هذا الصدد سنواجهه في هذا الفصل موضوع نظرية الظلال عن طريق عرض الإجراءات الضرورية لنمذجة الكيانات الهندسية الاساسية (نقطة، خط، مستوى، سطح) وظلالها المتبادلة. مع التأكيد على أن النهج المتبع يعتمد على استخدام الانشاءات الهندسية المستوية والفراغية لفهم العديد من المفاهيم النظرية وتطبيقاتها في عمليات نمذجة الاسطح الرئيسية ( هرم، منشور، مخروط، أسطوانة، كرة) وفي توليد ظلالها المختلفة (ساقط، ذاتي) وخصوصا في عمليات تحليل النتائج وفي تحديد النقاط الهامة فيها.




شكل33/4: تطبيق نظرية الظلال في الأكسونومتري الكافاليرا الافقية (Military Axonometry) . (الباحث)

الرسومات المبينة في هذا البحث، نفذت باستخدام أوتوكاد 2006 ، والتي يُراد بها أن تكون مثال لطريقة جديدة في تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية المختلفة (مثل مسائل التقاطع، التماس ، التوازي، والقياس، ... الخ) .

هذه التطبيقات يمكن أن تحتاج، حسب الموضوع المعني، إلى القليل أو الكثير من العمليات التحضيرية من الإنشاءات الهندسية بهدف توليد النماذج المختلفة وطرق الإظهار المتعارف عليها. بمجرد الانتهاء من مرحلة النمذجة تأتي عادة مرحلة تحليل هذه النماذج، بواسطة إنشاء ات هندسية إضافية، بهدف تفسير المفاهيم النظرية من جهة ، وتوضيح وتبرير النتائج التلقائية التي تمثلها النماذج من جهة أخرى. مثلاً، بعد عملية تحضير العناصر الرئيسية لتوليد نموذج مخروط دائري وظلاله الذاتية والساقطة، تأتى العملية التحليلية، من خلال الإنشاءات الهندسية الإضافية لتفسير وتبرير كيف تمت عملية نمذجة المخروط وكيف يمكن تحديد النقاط الرئيسية سواء للنموذج او لظلاله. وفي هذا الصدد، ينبغي الأخذ في الاعتبار أنه من أجل توليد بعض النماذج هناك الحاجة إلى عمليات تحضيرية مجهدة من الإنشاءات الهندسية. كما هو الحال مثلاً في العمليات التحضيرية لتوليد الاسترداد ألمنظوري 1(geometric_restitution_of_perspective) 16 أو في الإنشاءات الهندسية لإيجاد التماس بين ثلاثة قطع مخروطية أو بين خمسة كرات (الفصل الخامس) أو في نمذجة الأسطح الدورانية براسم متغير، أو في نمذجة الأسطح المسطرة (Rule_Surface).

الغرض من هذه الطريقة الجديدة في تعليم مفاهيم الهندسة الوصفية، هو تحفيز الطالب على التركيز في متابعة الإنشاءات الهندسية التي تمثلها تلك المفاهيم بطريقة تفاعلية وممتعة.

طريقة تحث الطالب على أن يكون فعال في الوصول مباشرة إلى النتائج المرجوة وليس بواسطة العديد من المحاولات كما يفعل الكثيرون من مستخدمي برمجيات الحاسوب، والذين عادة ما ينتجون نماذج متشابهة ،متكررة، ودون الرجوع إلى أسس الهندسة الوصفية. أولئك الذين يدرجون باستمرار النماذج مسبقة الصنع [١] (Primitives) المخزنة عادة في معظم برمجيات الرسم الرقمي. الطريقة الجديدة في تدريس الهندسة الوصفية ستساعد الطالب على التفكير النقدي لاكتشاف طرق جديدة في التحكم بأدوات الرسم الرقمية واستخدامها للوصول إلى تحقيق النتائج المرجوة.

وبالإضافة إلى ذلك ، هذه الطريقة الجديدة في تدريس الهندسة الوصفية ، مع الاستخدام الحكيم للأدوات الرقمية ، يمكن أن تعطي فرص جديدة في مجال البحث العلمي في إعادة تقييم النظريات القديمة واكتشاف نظريات جديدة عن طريق استغلال دقة وفعالية الأدوات الرقمية. ولإعطاء الهندسة الوصفية إمكانية ابتكار

---

[١] 1. مجسمات بدائية (PRIMITIVES): مجسمات هندسية أساسية مسبقة الصنع تستخدم لإنشاء نماذج صلبة معقدة بدلاً من البدء في رسم دوائر ومستطيلات ومن ثم استخدام أوامر البثق (Extrude) او التدوير (Revolve)، القيام بإدراج المجسمات البدائية عادة ما يكون أسرع. تغيير البدائيات بواسطة العمليات البووليانية (تحليل جبري منطقي Boolean operations) ،نسبه إلى العالم جورج بوول، عادة ما تعتبر وسيلة فعالة في لرسم ثلاثي الأبعاد. هناك ثمانية بدائيات مختلفة: المكعب؛ الكرة؛ لمخروط؛ الأسطوانة؛ المخروط ؛ الإسفين(Wedge)؛ الطارة؛ الهرم؛ مضلع صلب.

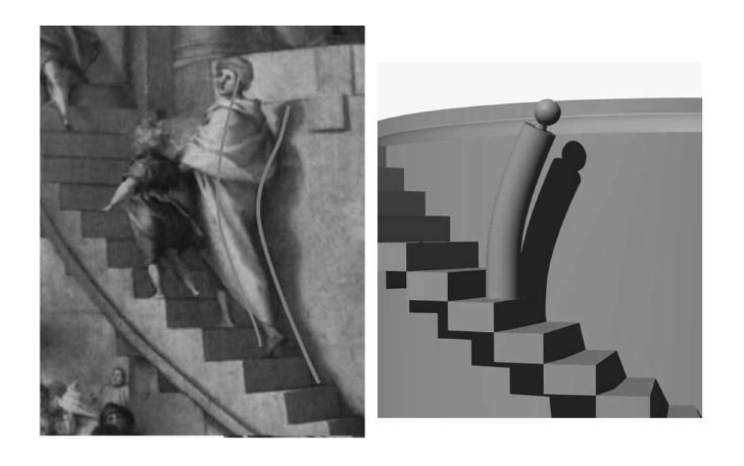
أشكال هندسية جديدة والتحقق من خصائصها الهندسية لاستخدامها المحتمل في معرض العمارة الحديث. وكما قال مونج ، الهندسة الوصفية تعلم كيفية اكتشاف المجهول بدءاً من المعلوم.

### 2-4 تاريخ

يمكن تعريف نظرية الظلال بالدراسة التي تسمح بإنشاء الظل الذاتي والساقط لشكل ما من خلال سلسلة من الإنشاءات الهندسية، عندما يثبت مصدر ضوء. (Mario.2005،Docci)

يجب التعامل مع الهندسة الوصفية من وجهتين نظر: الأولى لأنها وسيلة للوصول إلى تحديد النتائج المرجوة بدقة ، وهذه هي الطريقة التي كانت تستخدم في قطع الحجارة (Stereotomy) والنجارة. من جهة ثانية، فهي وسيلة إظهار الكيانات الهندسية، في هذه الحالة تحديد الظلال هي ميزة مساعدة. (F_1851،Heather)

أول معاملة منهجية هندسية لتحديد كفاف الظلال الساقطة نفذت من قبل ألبريشت دورر (نورمبرغ – 1471–1528). الذي اشتهر بعمله الفني كنحات ورسام، على الرغم من أن مؤلفاته العلمية كانت مهمة في تاريخ الرياضيات. دراسته حول الظلال كتبت عام 1525. (Càndito . Boffito 2010)

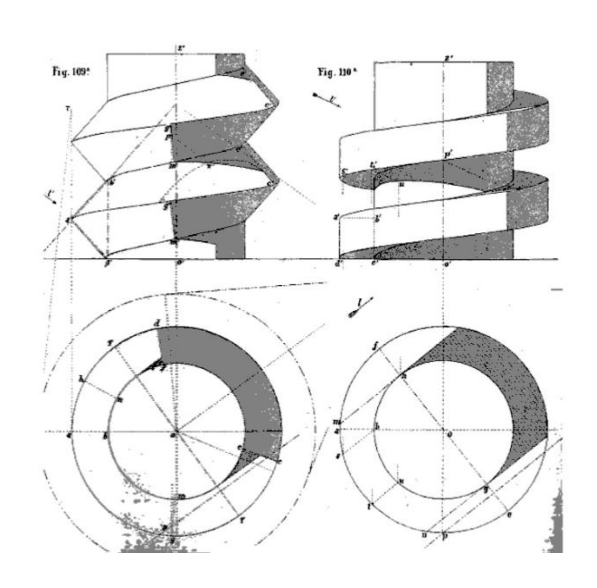


شكل34/4: تفاصيل من لوحة يوسف ويعقوب في مصر، للغرلافنان الايطالي ياكوبو بونتورمو (Pontormo) 1518، (لندن،_المتحف_الوطني)

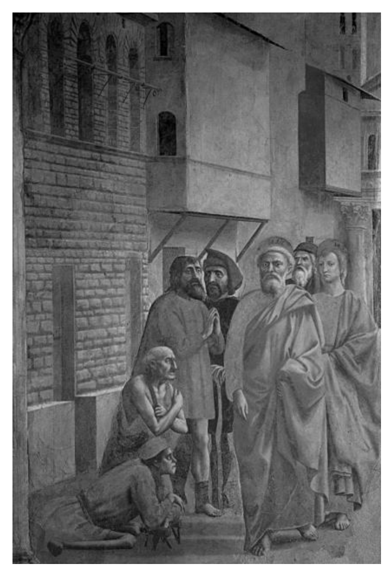
الدراسات الأولى عن الإنشاءات الهندسية للظلال في الإظهار المنظوري تعود إلى 1600 وبالخصوص إلى كتب گويدوبالدو دل مونته عن الإظهار المنظوري (Perspectivae Libri VI)، 1600 بيزا .(Del_Monte_1600)

على وجه الخصوص ، بالنسبة إلى الإنشاءات الهندسية للظلال في الإسقاطات المتعامدة ، من المناسب الإشارة إلى دروس كليات المعلمين (Ecoles Normales) ل غاسبر مونج (Gaspar Monge) في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر. تحديد الأشكال في الفراغ وطرق إظهارها هي مهمة الهندسة الوصفية التي هدفها حدد من قبل مونج منذ البداية . من ضمن الرسومات التي نفذها مونج كان هناك

أيضا جزء يتعلق بنظرية الظلال ( theory of shadows )، حيث كتب "... على بينة أن الرسوم ليس لها معنى عندما تفتقر إلى تأثيرات الظلال"، "... ومن الواضح أن الرسم مهما كان دقيق ولكنه يفتقر للظلال، يبدو غامض وغير محدد". ( .Brisson. Monge G. (1820))




شكل 35/4: دراسات الظلال والكياروسكورو. (Tessari_1880)



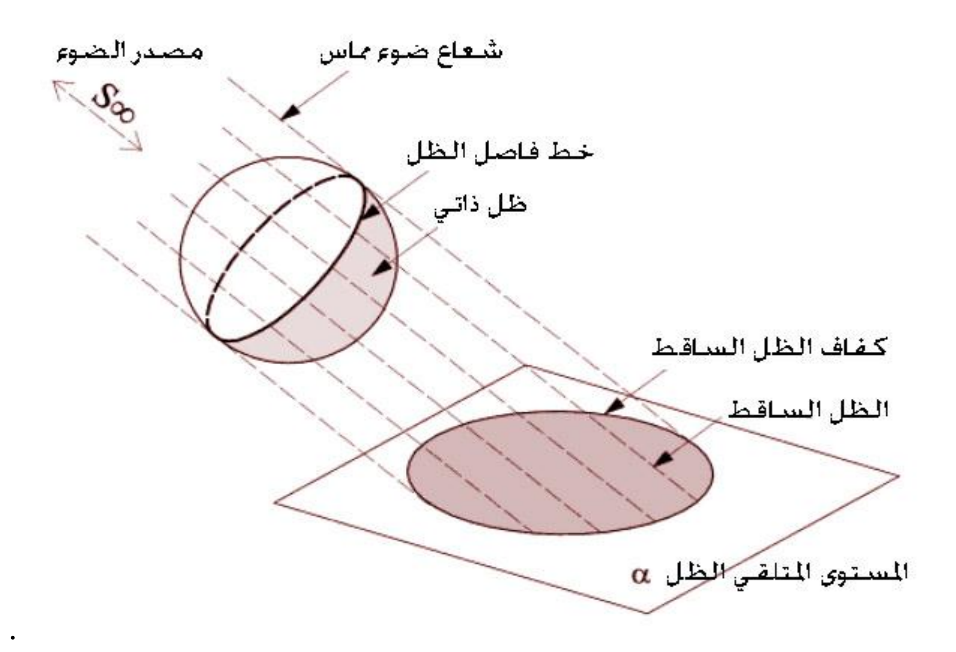
شكل36/4: القديس–بطرس– يشفي–ا لمرضى– بظله، عنوان لوحة للفنان مازاتشو –1426 –1427. (ويكيميديا_كومنز)

- الأطروحات في مجال الهندسة الوصفية بعد مونج، تضمنت العديد من الدراسات التي كرست حيزاً واسعاً لموضوع الظلال، مثل، دراسات فالية 1821 (Vallée،1838. .L )، هاشيت (Hachette،1828 P.N. Jean) (دراسة الهندسة الوصفية: تطبيقات الظلال، المنظور وعلم قطع الحجارة (Trevisan، 2000 C ) و بيليت ( Pillet،1885-1921.Jules) في 1885 – 1828.
- تم الانتهاء من عملية الترميز في أطروحة المنظور الخطي (Traite- de-la Perspective Lineaire) من عمل لا–گورنير (La Gourneire-1862).
- وقد نشرت في نظرية الظلال والتظليل ( Chiaroscuro) دراسات مثيرة للاهتمام في إيطاليا من قبل تساري (Tessari،1921 .D) ، و بونتشي 1637. (Bonci،1937 E )
- إن استخدام الظلال في الفن (شكل36/4)، سمح، منذ نشأته، بزيادة الشعور بالواقعية من خلال محاكاة العمق في الرسومات. ويمكن أن يُعزى أول استخدام للظلال في تاريخ الرسم إلى مازاتشو (Masaccio)، حيث الأشكال تبدو بأحجام حقيقية.

## 3-4 الظلال في الإظهار الهندسي

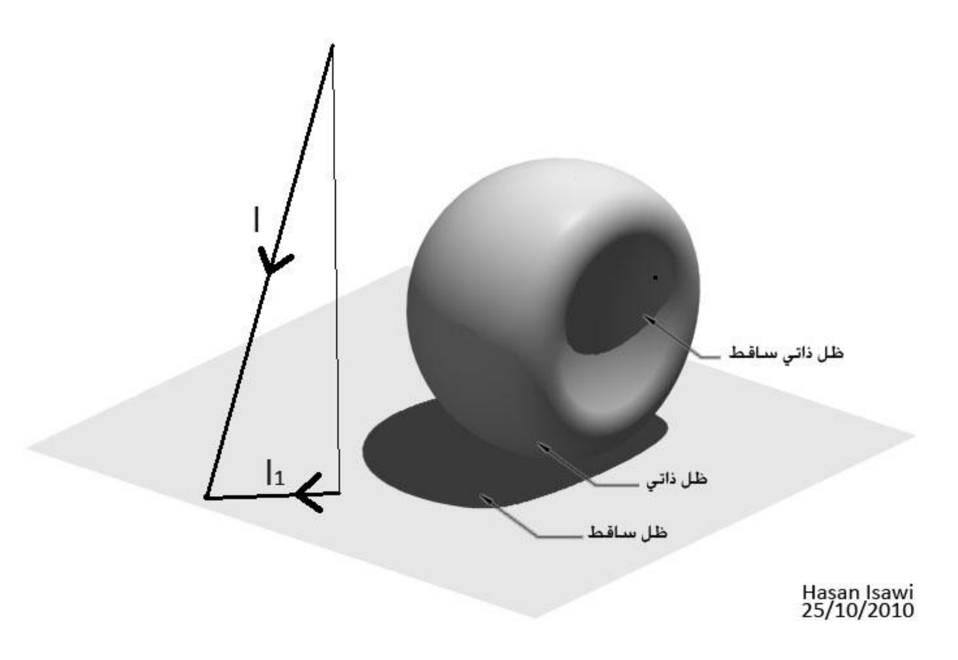
هدف تطبيق الظلال في الإظهار الهندسي يكمن في إعطاء إدراك بعمق الفراغ، أي خلق وهمية البعد الثالث على سطح الرسم المستوي. وأيضاً لإعطاء صورة صحيحة عن موضع الجسم في الفراغ. ولهذا فعملية التظليل تتطلب معرفة دقيقة بقواعد الهندسة الوصفية، لتكوين الفراغ المعماري.

نظرية الظلال، هي إحدى المواضيع الأكثر شمولية للمفاهيم الأساسية للهندسة الوصفية والتي يمكن ملاحظتها كظاهرة طبيعية. تعتبر نظرية الظلال ملخص عام لمعظم مفاهيم الهندسة الوصفية، كأساليب الإسقاط (منظور، أكسنومتري)؛ مسائل التقابل المنظوري والأفيني (Bijection)، ومسائل التقاطع بين الكيانات الهندسية الأساسية (خط مستوى)، بين شكل مستوي وظله، مقاطع مخروطية كظل خط على سطح مخروطي، منحنيات تربيعية كظل قطع مخروطي على سطح دوراني .




.

شكل37/4: تسميات الظلال: ظل ذاتي، ظل ساقط، خط فاصل الظل، كفاف الظل الساقط




شكل38/4: ظل ذاتي، ظل ذاتي ساقط (ombra autoprtata)، ظل ساقط (الباحث)

يمكن اعتبار ظل كيان ناتج من مصدر طبيعي، كإسقاط متوازي من مركز لانهائي ، ويمكن أيضاً اعتباره إسقاط مركزي إذا كان مصدر الضوء اصطناعي ، أي إسقاط من مركز نهائي . وبالإضافة إلى ذلك ، ظل كيان ما ، يمكن أن يفسر ويحدد كتقاطع بين كيانات هندسية مختلفة (بين خط و سطح، أو بين أسطح).

بكلمات أخرى، يمكن تفسير الظل كتقاطع كيان ضوء (خط مستقيم ، سطح مستوي، أو سطح منحني) مار بالكيان المعتبر (نقطة ، خط ، شكل مستوي أو مجسم) مع كيان متلقي للظل (سطح مستوي أو منحني).

### 1-3-4 أنواع الظلال

وفقاً للسطح (أو السطوح) الذي يستقبل الظل بالنسبة للكيان المعني، الظلال يمكن أن تأخذ التسميات التالية (شكل37/4؛ 38/4) :

- ظل ذاتي (Shade) هذا هو الجزء من المجسم غير معرض للضوء .
- ظل ساقط (Shadow) هو إسقاط لحدود الظل الذاتي للمجسم على الأسطح المجاورة .
- ظل ساقط ذاتي (بالإيطالية ombra autoportata) هو إسقاط لحدود الظل الذاتي على نفس سطح المجسم.

### *4-4 خلفية علمية*

الهندسة الإسقاطية أتاحت للهندسة الوصفية رسم الظلال في طرق الإظهار المختلفة (منظور، أكسنومتري، مونج). أي الإنشاءات الهندسية التي تأخذ في الاعتبار الاحتياجات الحقيقية عند ممارسة الرسم .

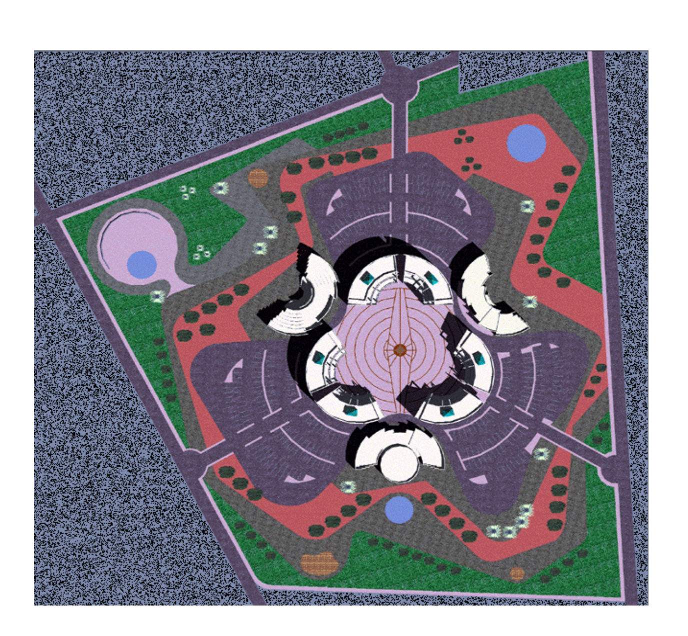
بالإضافة إلى المواضيع المتعلقة بإجراءات الرسم التقليدي، يتناول هذا النص التطورات الراهنة لنفس الموضوع. الذي مع ظهور أدوات الرسم الرقمي، لم يعد هناك الحاجة إلى إجراءات تستخدم عدة إسقاطات فردية، بل من خلال عمليات إسقاط تلقائية لأي شكل من الأشكال على أي سطح. هذه العمليات تنفذ على نموذج افتراضي من واحد أو أكثر من مصادر الضوء، التي من الممكن إنشاءها في العديد من برمجيات الكمبيوتر المختصة. وبالإضافة إلى ذلك أثر التصيير (Rendering) في الحاسوب (D'Agnano_2008)، يسمح بدراسة مفصلة للمواد وكيف تبدو عند تعرضها للضوء أو عند تشكيل الظلال. بالرغم من أن مواجهة موضوع الظلال يبدو غير ضروري، فإنه يسمح للمصمم إدارة واعية للظلال المتولدة تلقائياً، والتحكم بمنطق البرنامج المستخدم، وإلا فهو غير قادر على التدخل لاجتياز العقبات التي كما هو معروف ، تظهرها كل الأدوات. هذه العقبات تؤدي إلى اعتماد الخيارات والحلول الوسط للوصول، في الحالات المختلفة، إلى تحقيق نتائج مفروضة: لهذا يجب معرفة المفهوم وتطبيقاته من أجل الوصول إلى الحل المناسب في كل حالة .

وعلاوة على ذلك ، الظلال تثري رسم السكتشات السريعة لإعطاء الفكرة الاولية للمشروع. والتي ستحدد بدقة بعد ذلك من خلال النمذجة الرقمية. للحصول على رسومات واقعية، كما في هذه الحالة، هناك الحاجة إلى معرفة كيفية تحديد ظل الأشكال والتكوينات المكانية الأكثر شيوعاً.

غالباً الظلال تسمح باستكمال المعلومات ثلاثية الأبعاد لشكل ما، لأنها تعتبر رؤيا من مركز إسقاطي آخر، أي أن هناك إسقاطين لنفس الشكل: مركز الإسقاط الاول يتطابق مع مركز النظر والآخر مع مصدر الضوء. في كلتا الحالتين، من الضروري معرفة مفاهيم "عمليات الإسقاط والتقاطع (operazioni di proiezioni e sezioni) " لضمان تحقيق النتائج المرجوة، والسماح بقراءة نتائج الرسم بشكل أفضل. لأن عدم استخدام الظلال في الكثير من الأحيان تظهر رسومات غير مفهومة ومتناقضة من وجهة نظر جمالية .

تطبيقات الظلال في الإظهار الهندسي تسمح بإنشاء رسومات تقنية مثل الخطة (Planivolumetria) ، حيث تراكب الظل والخطة يعطي المعلومات المفقودة، ألا وهي ارتفاع المجسمات الممثلة (شكل 37/4). ويمكن استخدام الظلال لزيادة تأثير وهمية البعد الثالث في الخطة والعلو. أما في الإظهار الأكسنومتري والمنظوري فالظلال تزيد من واقعية الإدراك والتي يمكن الحصول عليها بواسطة الرسم التقليدي أو الرقمي .

ومع ذلك، مواجهة موضوع نظرية الظل بشكل عام يكمن في حقيقة انه يشمل العديد من المفاهيم المفيدة لممارسة العقل على التحكم في الفراغ وخصائصه الإدراكية والتقنية والتي هي الهدف الأساسي في تدريس الهندسة الوصفية.



شكل39/4: الخطة الحجمية هي نوع من الإظهار الهندسي حيث يمكن الحصول على معلومات عن الخطة والارتفاع في آن واحد . بكلمات أخرى الخطة الحجمية هي إسقاط أفقي لمجسم ما مزود بالظلال. (الباحث)

### 5-4 عناصر الظلال المرجعية

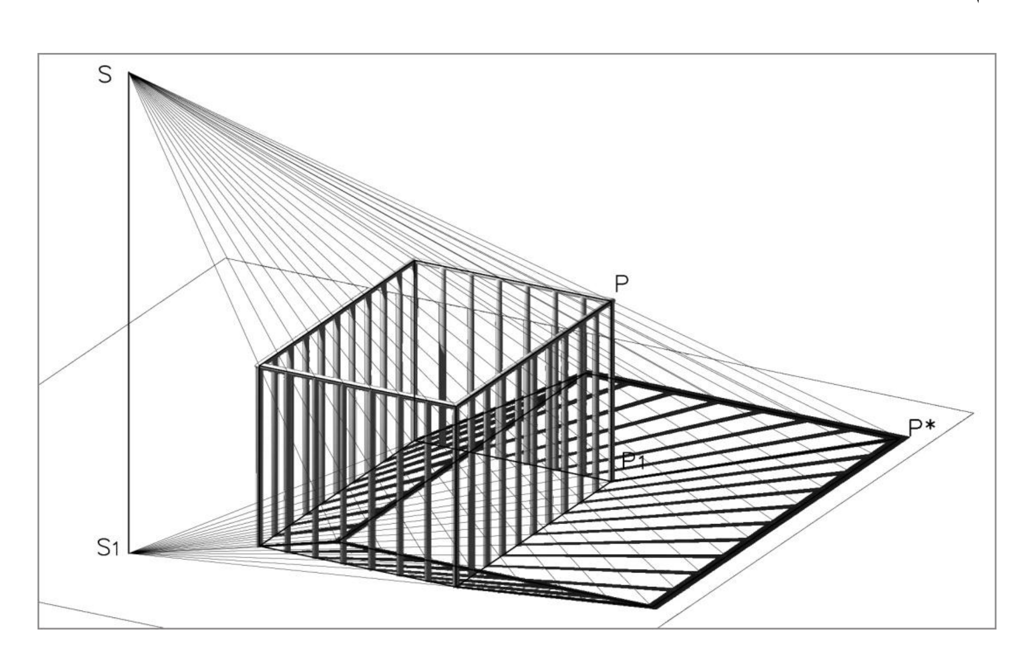
– مصدر الضوء الذي تتفرع منه أشعة الضوء ( والتي للتبسيط تعتبر خطوط مستقيمة)،

- الشكل الذي يستقبل الضوء والمستوى حيث يقع الظل. كفاف الظل لشكل ما ، يعرف كمجموعة من نقط تقاطع أشعة الضوء الماسة ذلك الشكل الذي يسقط الظل والمستوى المتلقي للظل.
- "الخط فاصل الظل" ، يشير إلى الخط الذي يفصل بين منطقة الظل ومنطقة الضوء لمجسم ما.

إسقاط الخط فاصل الظل على سطح ما، يحدد كفاف "الظل الساقط" على نفس السطح. يمكن اعتبار الخط فاصل الظل كالكفاف الظاهر بالنسبة لمركز نظر متطابق مع مصدر الضوء. الذي يمكن أن يكون نقطة لانهائية مثل الشمس ، وفي هذه الحالة أشعة الضوء تكون موازية لبعضها البعض (الشكل41/4 )، أو أنها تتقارب، عندما يكون مصدر الضوء نقطة نهائية مثل المصباح (الشكل40/4). ومن الممكن تمييز "الظل الذاتي الساقط" بظل الكيان الذي يقع على سطح نفس الكيان.

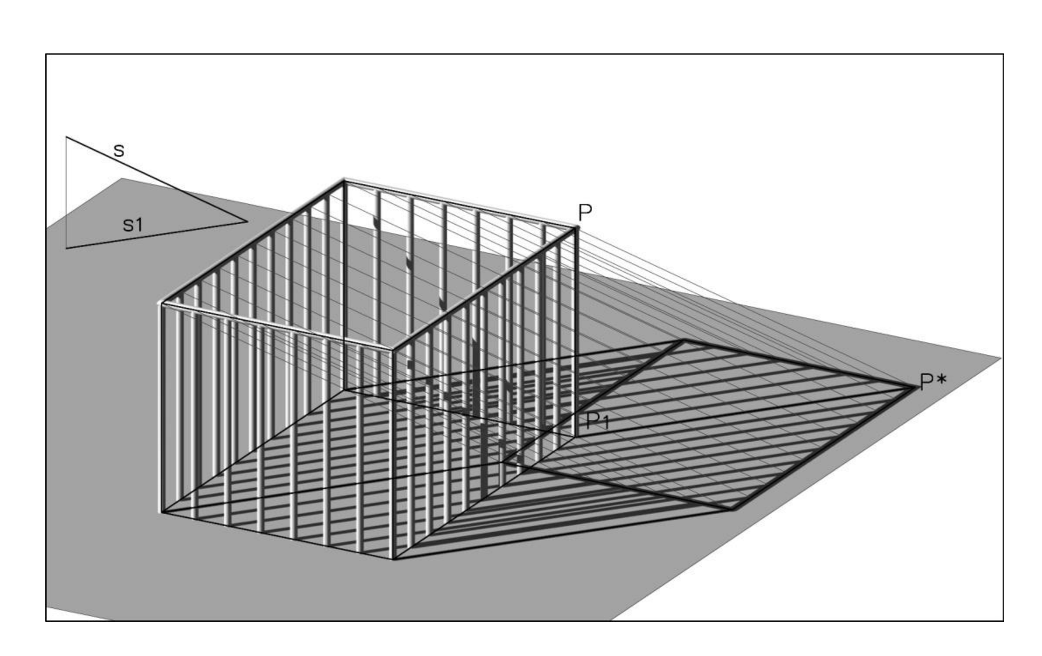
### *6-4 الظل والهندسة الإسقاطية*

هدف التطبيقات المعروضة في الفقرات التالية، هو استكشاف المفاهيم المختلفة للهندسة الوصفية بواسطة نماذج ثلاثية الأبعاد، وخاصة المفاهيم التي تسمح لنا بتحديد الظل الذاتي والساقط لكيان هندسي. خلال هذا الاستكشاف سوف يكون هناك تفسير وتحليل للحالات المختلفة من الظلال ، وذلك بهدف تسليط الضوء على مختلف المفاهيم المستخدمة وفائدتها تماشياً مع التجديد العام للتدريس الهندسة الوصفية. هذه المسألة سوف تعالج من خلال محاولة دمج مفاهيم الهندسة الوصفية مع إمكانيات النمذجة الصلبة التي تتيحها أدوات الرسم الرقمية.

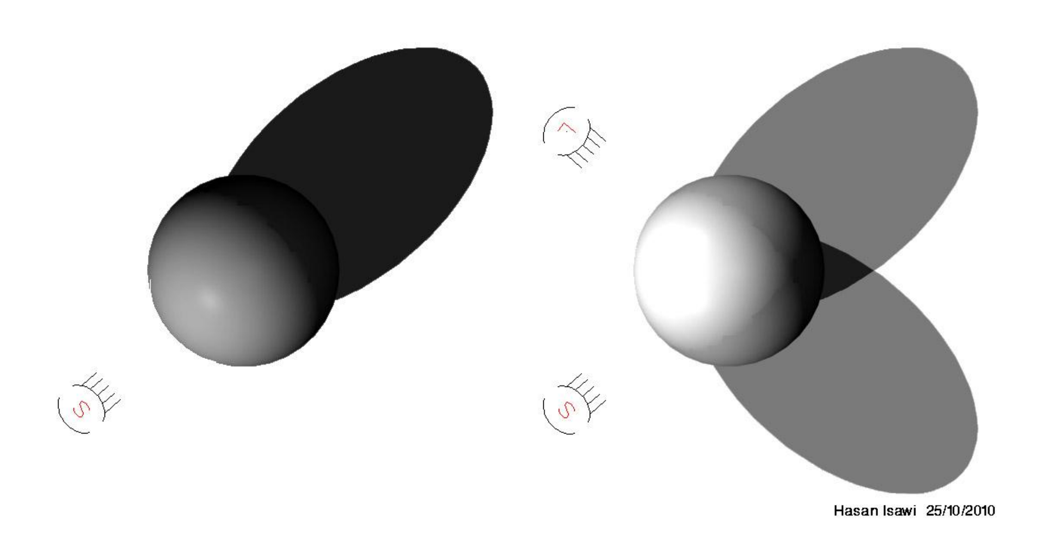



شكل40/4: الظلال الناتجة من مركز ضوء نهائي تعتبر إسقاط مركزي (منظور). بوضع مركز النظر بحيث يتطابق مع مصدر الضوء S، نلاحظ ان الصورة المدركة تتطابق مع نفس الظل الناتج من S. في الرسمية المبين في الشكل المرفق، تلك الصورة هي منظور بمستوى إسقاط أفقي. حيث الإسقاط الأفقي S1 للمصدر S يتطابق مع نقطة التلاشي S1 للخطوط الرأسية. الإسقاط الأفقي P1 للخط الرأسي P يتطابق مع أثر الخط الرأسي Z المار بالنقطة P. لذلك، بتوصيل نقطة التلاشي S1 مع الأثر P1، نجد الإسقاط ألمنظوري Z1 للخط Z . (الباحث)

قبل مواجهة بعض الإجراءات لتحديد الظل في الطريقة التقليدية (أو من خلال الرسم ثنائي الأبعاد *) ، فإنه مثير للاهتمام، دون اعتبار أداة الرسم المستخدمة، معرفة أن تكوين الظل يكمن في العلاقة التي تنشأ بين الشكل في الفراغ ومسقطه على مستوى ما. حيث مصدر الضوء في هذه الحالة يتطابق مع مركز الإسقاط .




شكل41/4: الظلال الناتجة من مصدر ضوء لا نهائي يعتبر إسقاط متوازي (أكسنومتري). بوضع اتجاه مركز الإسقاط بحيث يكون موازي لاتجاه مصدر الضوء. ينتج تطابق بين الظلال الناتجة من مصدر الضوء والإسقاط الناتج من مصدر الإسقاط. في الحالة الموضحة في الشكل، الظل يتطابق مع نوع من الأكسنومتري المائلة ( اتجاه الإسقاط مائل بالنسبة لمستوى الإسقاط) التي تسمى أكسنومتري كافاليرا أفقية. حيث ظلال الخطوط الرأسية يتطابق مع الإسقاط الأفقي لشعاع الضوء. مثلاً الظل $P_1$-$P$* للخط الرأسي $P_1$-$P$ يتطابق مع الإسقاط الأفقي $s_1$ لشعاع الضوء. (الباحث)




شكل42/4 (أ/ب): كرة تتلقى ضوء من مصدر واحد أو من مصدرين مختلفين. (الباحث)

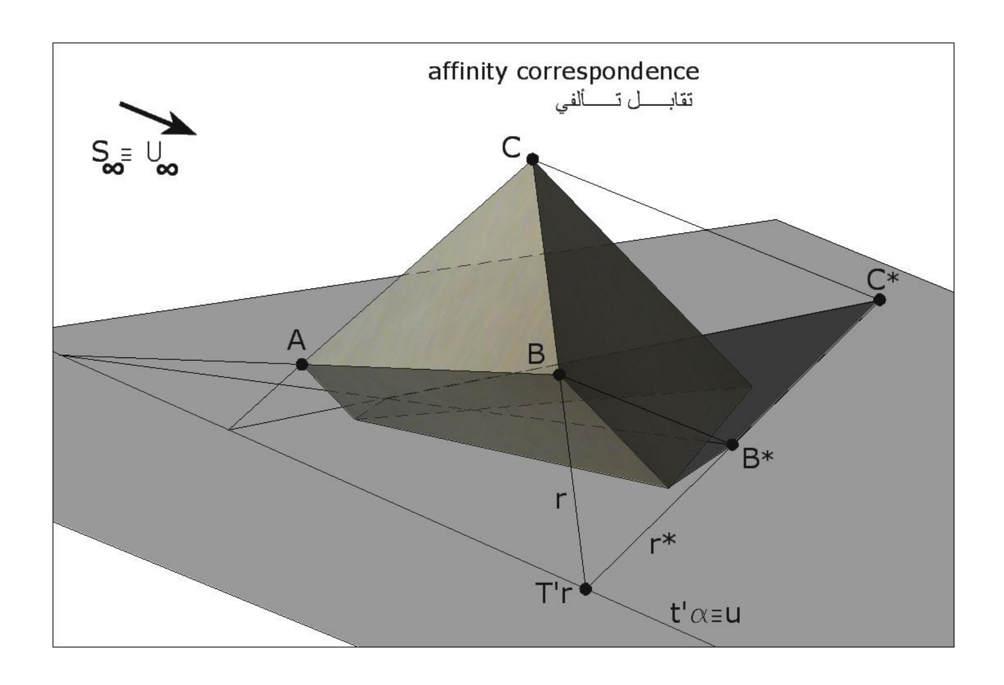
لذلك في الفقرات التالية سوف نتعامل مع تشكيل الظل دون الأخذ في الاعتبار طريقة تمثيلها في أساليب الإظهار المختلفة (مونج، أكسنومتري، منظور) والتي يمكن مناقشتها بشكل عام في فصل آخر .

تحديد كفاف ظل لشكل ما يعتمد على نفس المبدأ الإسقاطي الذي هو أساس أساليب الإظهار المختلفة. مثلاً إسقاط 'P لنقطة P على مستوى π ، من مركز S يتم تحديده بواسطة عمليات الإسقاط والتقاطع. أي، الإسقاط في عملية إيصال النقطتين P و S ؛ والتقاطع في إيجاد نقطة التقاطع 'P بين الخط P - S والمستوى π. إذا استبدلنا مركز الإسقاط C بمصدر الضوء S ، والظل *P بالإسقاط 'P يمكننا ملاحظة أن عملية تحديد الظلال ليست إلا عملية إسقاط .

وبالإشارة إلى التشابه بين عمليات الظل والإسقاط ، يمكن اعتبار الظل الناتج من مصدر ضوء طبيعي (والذي يفترض أنه يقع في اللانهاية) كإسقاط متوازي أو أسطواني، مثل طريقة مونج، الأكسنومتري . كما يمكن اعتبار الظل الناتج من مصدر ضوء اصطناعي كإسقاط مركزي أو مخروطي، مثل الإسقاط المنظوري .

هذا التمييز مفيد لاعتماد نظام إسقاط مناسب في تتبع كفاف الظل الساقط، والذي يمكن اعتباره من أساليب الإظهار المختلفة.

في الواقع ، كثيراً ما يحدث أن كيان يتلقى الضوء من مصادر مختلفة. وهذا يعني أن هناك مناطق من الكيان تتلقى ضوء من كل المصادر، والبعض من مصدر واحد والبعض الآخر لا يتلقى أي ضوء. في هذه الحالة يمكن ملاحظة كرة مضاءة من مصدر واحد (الشكل 42/4 ب ) ، أو من مصدرين مختلفين l و S (الشكل42/4 أ) لإظهار أثر الإضاءة المتراكمة .




شكل43/4: تقابل تألفي بين شكل مستوي ABC وظلة *A*B*C. (الباحث)

التحقق من وجود علاقة إسقاطيه بين كيان هندسي وظله. يسمح لنا باستخدام مفاهيم مثل التقابل بين شكل مستوي $\Delta$ وظله $\Delta^*$ ، الذي يمكن أن يكون تقابل تآلفي (أو أفيني) عندما يكون مصدر الضوء نقطة لانهائية ، حيث محور التقابل هو خط التقاطع بين مستوى الشكل $\Delta$ والمستوى الذي يتلقى الظل، ومركز التقابل هو مصدر الضوء نفسه. بينما إذا كان المصدر نقط نهائية ، لا تتغير عناصر التقابل التي هي المحور u والمركز U ، ولكن التناظر يسمى تقابل منظوري. بمجرد الانتهاء من تحديد متطلبات التقابل: المركز U والمحور u ونقطتين متقابلتين (أو خطين متناظرين) ، يمكن المضي قدماً لتحديد نقاط ظل أخرى من خلال استغلال خاصية التقابل ، التي تكمن في اصطفاف النقاط المتناظرة مع المركز U وفي تقابل الخطوط المتقابلة على طول محور التقابل u . على سبيل المثال ، بمجرد إيجاد نقطتين متقابلتين مثل C و $C^*$ (الشكل43/4)، يمكن تحديد الظل $B^*$: للنقطة B بتوصيل النقطتين A و B بواسطة الخط r الذي يلتقي المحور u في النقطة T'r، والتي بتوصيلها ب $C^*$ نجد الخط $r^*$ (ظل الخط r )، الذي يتقاطع في النقطة $B^*$ (نقطة الظل المطلوبة) مع شعاع الضوء المار بالنقطة B .

## *7-4 الظل كعملية تقاطع بين كيانات هندسية*

يمكن تفسير الظل كعملية تقاطع بين كيان ضوئي مع كيان متلقي للظل .الكيان الضوئي يمكن أن يكون خط في الحالة التي يراد فيها إيجاد ظل نقطة ، ويمكن أن يكون سطح مستوي أو منحني عندما يراد إيجاد ظل خط مستقيم أو منحني. ويمكن صياغة هذه الحالات على النحو التالي :

- ظل نقطة P على سطح $\Delta$ يمكن تحديده كنقطة تقاطع بين الشعاع الضوئي المار بالنقطة P مع السطح المتلقي الظل $\Delta$ .
- ظل خط مستقيم r على سطح $\Delta$ يعادل تقاطع بين مستوى ضوئي مار بالخط r والسطح $\Delta$ .
- ظل مضلع $\theta$ على سطح $\Delta$ ، يعادل تقاطع بين منشور ضوئي والسطح $\Delta$. حواف المنشور تتكون من أشعة الضوء وقاعدته تتطابق مع نفس المضلع $\theta$ .
- ظل خط منحنى $\kappa$ على سطح مستوي $\alpha$ ، يتوافق مع تقاطع بين أسطوانة ضوئية والسطح $\alpha$ . سطح هذه الأسطوانة يتكون من أشعة الضوء وقاعدته تتطابق مع نفس المنحنى $\kappa$ .

في الفقرات التالية هناك أمثلة لبعض حالات التقاطع بين كيان الضوء وكيان متلقي الظل .

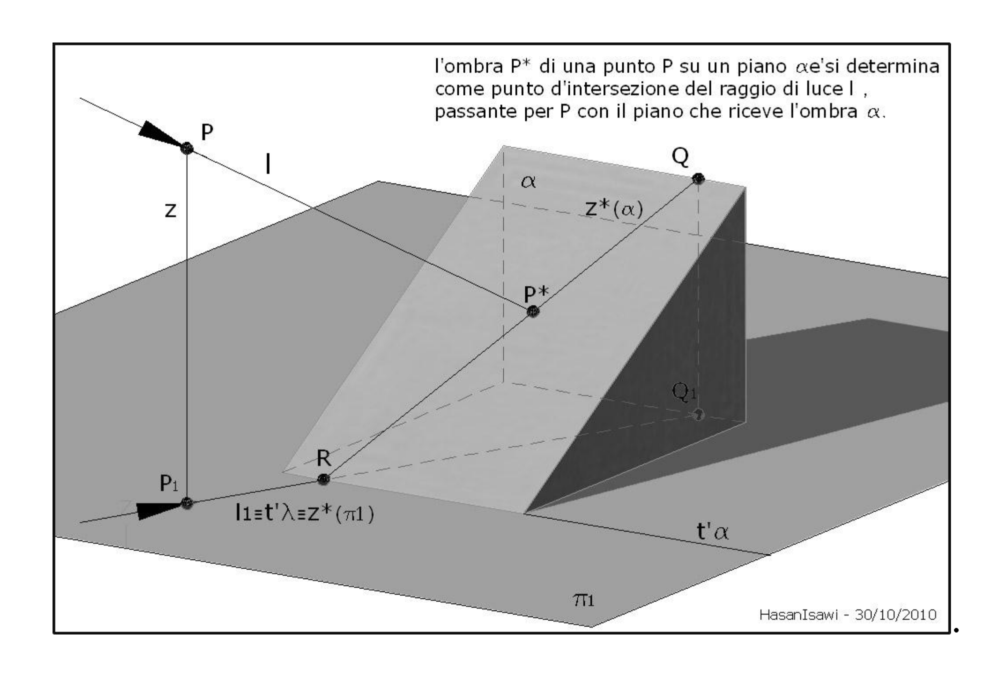
**الظل كحالات تقاطع**

### 1/7/4 ظل نقطة P على سطح مستوي ( أو منحني) كتقاطع بين شعاع الضوء والمستوي

**مثال 1 :ظل نقطة على مستوى عام**

يتم تحديد ظل نقطة P على مستوى عام α كنقطة تقاطع بين شعاع الضوء المار بالنقطة P والمستوى المتلقي الظل α . لتحديد *P كظل للنقطة P يجب فهم وإتباع الإجراءات التالية (الشكل44/4) :

- نمرر بالنقطة P شعاع ضوئي l
- نمرر بشعاع الضوء l مستوى مساعد رأسي λ
- نحدد خط التقاطع بين المستويات ألفا وبيتا
- في النهاية نجد النقطة *P كتقاطع بين الخطوط r و s



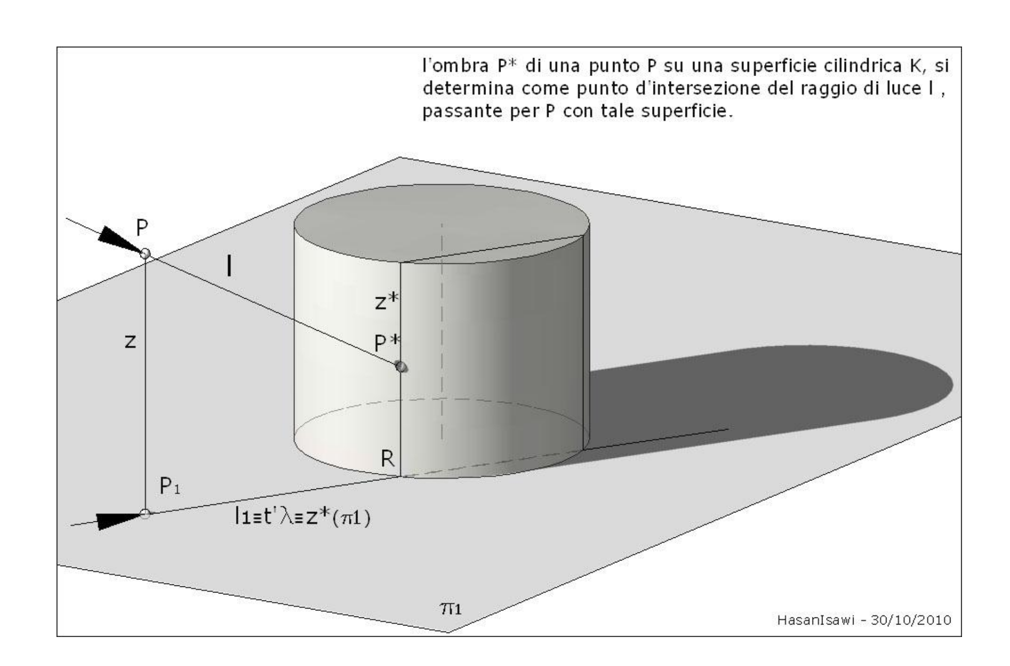

شكل44/4: ظل نقطة على مستوى مائل. (الباحث)

**مثال1(1): ظل نقطة على سطح أسطواني بمحور رأسي**

- يتم تحديد ظل نقطة P على مستوى أسطواني K كنقطة تقاطع بين شعاع الضوء المار بالنقطة P وذلك السطح متلقي الظل .لتحديد ظل النقطة P ينبغي اتباع الإجراءات التالية (الشكل 45/4) :
- نمرر بالنقطة P شعاع ضوء l . ومن ثم نمرر بالشعاع l مستوى مساعد رأسي λ
- نحدد خط التقاطع *z بين المستوى المساعد λ والسطح K
- وأخيراً نجد الظل *P كما هو مطلوب كنقطة تقاطع بين شعاع الضوء l وخط التقاطع *z.

ملاحظة : لتسهيل بشكل عام ، تحديد ظل نقطة P على سطح أسطواني K ، خصوصاً في الرسم التقليدي (أي ثنائي الأبعاد)، يُفضل اختيار خط g مار بالنقطة P وموازي لمحور الأسطوانة. لأن في هذه الحالة الظل *g للخط g سيكون موازي لمحور الأسطوانة. تقنياً للحصول على ظل g في هذه الطريقة، ينبغي

تحديد نقطة التقاطع G للخط g مع مستوى قاعدة الأسطوانة. ثم تحديد ظل نقطة ثانية ( مثل *P ) على نفس المستوى. بتوصيل النقاط *G P نحصل على الظل *m للخط m على مستوى القاعدة. الظل **m للخط m على سطح الأسطوانة يمر من نقطة تقاطع * m مع القاعدة ويكون موازي لمحور الأسطوانة. وأخيراً نجد ظل Pعلى سطح K كما هو مطلوب ، كتقاطع بين شعاع الضوئي المار بالنقطة P والخط .m**




شكل45/4: ظل نقطة على سطح أسطواني. (الباحث)

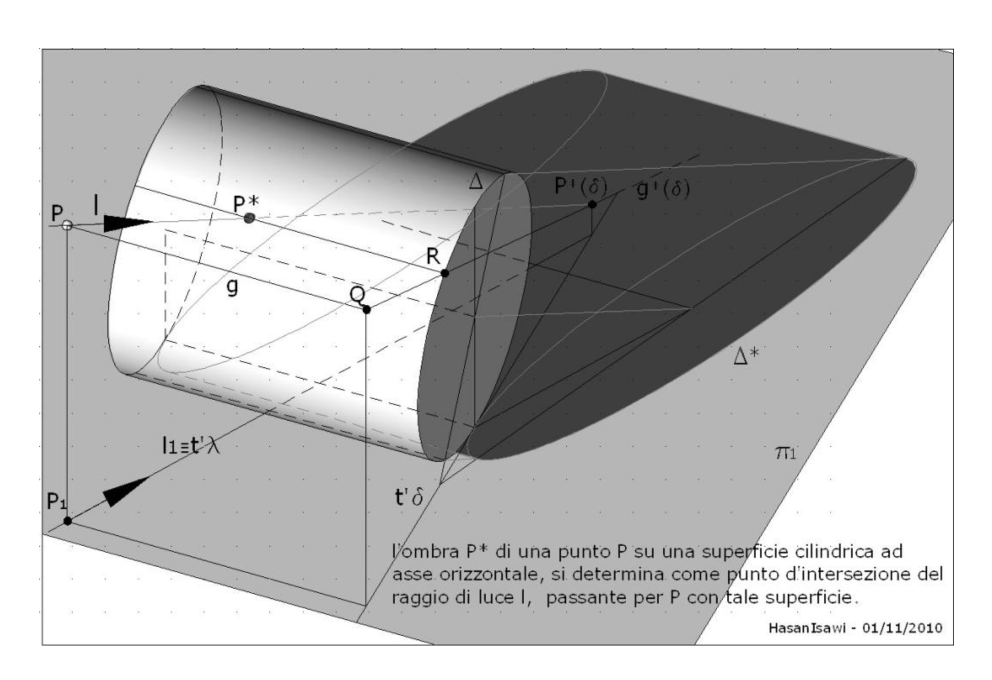
**مثال1(2): ظل نقطة على سطح أسطواني بمحور أفقي**

يمكن تحديد ظل نقطة P على سطح أسطواني K كتقاطع *P بين شعاع الضوء l المار من P وذلك السطح K (الشكل 46/4). وبعبارة أخرى، يمكن تحديد *P كنقطة مشتركة بين شعاع الضوء l وأي مقطع للأسطوانة أجري بواسطة مستوى مار بالشعاع l . هناك عدد لانهائي من المستويات التي يمكن لكل منها قطع الأسطوانة وفقاً لإهليج باستثناء ذلك المستوى الموازي لمحور الأسطوانة والذي يقطعها وفقاً لراسمين. في بعض طرق الرسم (التقليدي النمذجة السلكية ، والنمذجة السطحية) هناك الحاجة إلى عدة إنشاءات هندسية لرسم ذلك القطع الإهليجي . أما في النمذجة الصلبة فتوليد أي مقطع للأسطوانة يتم بطريقة تلقائية. ومع ذلك ، ودون اعتبار طريقة العمل المستخدمة، تظل حقيقة أنه يجب تدريس كيفية تحديد المقاطع البسيطة، مثل الرواسم المستقيمة للأسطح المخروطية (بما في ذلك الأسطوانة كحالة خاصة من الأسطح المخروطية). في هذه الحالة لإيجاد نقطة التقاطع *P بين شعاع الضوء l المار بالنقطة P والأسطوانة K ، يجب استخدام مستوى مساعد بحيث يمر بالشعاع l ويوازي محور K . لذلك ، ينبغي معرفة أن مستوى γ يكون موازي لخط a إذا كان هناك خط g منتمي للمستوى γ وموازي للخط a . في

هذه الحالة ، يتم تحديد المستوى γ بواسطة الخطين g و l والذي يقطع الأسطوانة وفقاً لراسمين ، واحد منها هو *g ، والذي يمثل ظل الخط g على سطح الأسطوانة K والذي يمكن تحديده بإتباع الخطوات التالية :

- يتم تمرير بالنقطة P خط موازي للمحور a
- يتم تحديد النقطة Q كتقاطع بين الخط g ومستوى القاعدة Δ . تمثل أول نقطة Q لخط التقاطع ( δ ) 'g بين المستويين غاما و دلتا .
- يتم تحديد النقطة الرأسية ( P'(δ للخط ( δ ) 'g ، كتقاطع بين شعاع الضوء l والمستوى δ .
- يتم العثور على النقطة R كتقاطع بين الخط ( δ ) 'g والقاعدة Δ. النقطة R تمثل النقطة الأولى لخط التقاطع *g بين المستوى γ والأسطوانة .ومنذ أن g موازي للمحور a ، فمن النقطة R نرسم الخط المطلوب *g بنفس اتجاه المحور.

وأخيرا نجد النقطة *P (ظل النقطة P على السطح الأسطواني) كتقاطع بين شعاع ضوء l والخط *g




شكل46/4: ظل نقطة على سطح أسطواني بمحور افقي. (الباحث)

**مثال 2: ظل نقطة على سطح مخروطي**

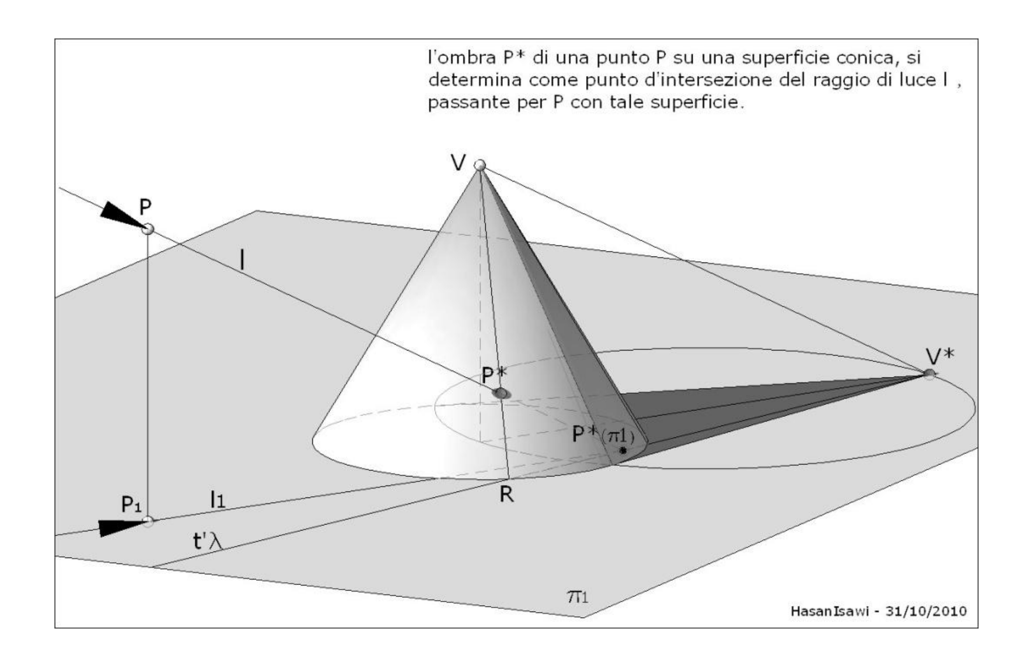
كما رأينا في الحالات السابقة ظل نقطة P على سطح تحدد كتقاطع بين شعاع الضوء l المار بالنقطة P وذلك السطح. في حالة السطح المخروطي (الشكل 47/4) يتم تحديد نقطة الظل *P باستخدام مستوى λ مار بالشعاع l ويقطع المخروط وفقاً لقطع مخروطي (ربما متدهور). وبما أن هناك عدد لانهائي من المستويات التي تمر بالشعاع وتقطع المخروط وفقاً لقطع مخروطية. التي حسب ميلان المستوى بالنسبة لرواسم المخروط، يمكن أن يكون قطع ناقص أو مكافئ أو زائد . إنشاء هذه القطع في الرسم غير التلقائي (ثنائي الأبعاد، نمذجة سلكية وسطحية) بحاجة إلى عمليات مطولة من الإنشاءات الهندسية. أما

القطع المخروطية التي تسمى متدهورة ، هي الأكثر بساطة والتي تتمثل في رواسم سطح المخروط .هذه المفاهيم في الرسم الذي لا يقدم حلول فورية تصبح أكثر ضرورية من الناحية التقنية. وفي هذا السياق ، وبالإشارة إلى برنامج أوتوكاد ، ينبغي الإشارة إلى أن النمذجة الصلبة تسمح بالحصول بشكل تلقائي على أي نوع من المقاطع المخروطية بمجرد تحديد ثلاث نقاط من المستوى القاطع، الذي في هذه الحالة (شكل47/4) يمثل مستوى الضوء.

للحصول على نتائج دقيقة في النمذجة السلكية والسطحية يجب على الأقل تحديد النقاط الهامة للمقاطع المخروطية. هذه النقاط يمكن أن تكون أطراف محاور الإهليج مثلاً. في الرسم التقليدي (مسطرة وفرجار)، النتائج عادة ما تكون تقريبية وهذا يعود إلى العدد المحدود من النقاط التي يمكن إيجادها.

بشكل عام الرسم ثنائي الأبعاد، كما هو معروف لا يسمح بتغيير مركز النظر، نظراً لأن مستوى الرسم يتطابق مع مستوى الإسقاط. أما في النمذجة السلكية والسطحية، هناك الحاجة فقط إلى عمليات إنشاء لحل المسألة، عملية الإظهار تحدث بطريقة تلقائية ومن أي مركز نظر.

وبالإشارة إلى المثل المعني، حتى يتسنى لنا الحصول على راسمين كمقطع مخروطي، ينبغي اختيار، من بين العدد اللانهائي من مستويات الضوء التي تمر بالنقطة P، المستوى الذي يمر بقمة المخروط.




شكل 47: ظل نقطة على سطح مخروطي. (الباحث)

بشكل عام يتم الحصول على مقاطع بسيطة لسطح مخروطي (بما في ذلك الأسطوانة كحالة خاصة للمخروط) باستخدام مستوى يمر بقمة السطح. استخدام المفاهيم الأكثر ملائمة ، يساهم في إنتاج رسومات واضحة وأكثر دقة خصوصاً في الرسم ثنائي الابعاد سواء بالادوات الرقمية او التقليدية.

بغض النظر عن طريقة الرسم المستخدمة، يبقى السؤال الذي ينبغي على الطالب الإجابة عليه: ما هو ميلان المستوى الذي يمر بنقطة معينة بحيث يقطع المخروط وفقاً لاثنين من راسميه ؟.

لتحديد مستوى الضوء المار بالنقطة P، ينبغي إيجاد خطين متحدي المستوى، واحد منهما شعاع الضوء l المار بالنقطة P، والآخر ينبغي أن يمر بقمة المخروط V ويتقاطع مع شعاع الضوء. نقطة التقاطع يمكن أن تكون نهائية مثل P أو لانهائية، ، وفي هذه الحالة يرسم خط موازي للشعاع l ومار بالقمة V.

كما هو معروف راسم مخروط K يحدد بذلك الخط الذي يمر بنقطتين، واحدة منهما قمة المخروط، والأخرى يمكن أن تكون أي نقطة تنتمي إلى قاعدة K. وبما أن مستوى الضوء $\lambda$ يقطع المخروط وفقاً لراسمين ينبغي تحديد نقطتين على قاعدته لتحديد هذه النقاط ، ينبغي إيجاد خط التقاطع $t'\lambda$ بين مستوى الضوء $\lambda$ ومستوى القاعدة $\pi 1$ وذلك بوصل نقاط تقاطع $t'\lambda$ مع قاعدة K نحصل على راسمي التقاطع بين مستوى $\lambda$ الضوء والمخروط.

وأخيراً يتم تحديد الظل *P للنقطة P على سطح المخروط كتقاطع بين شعاع الضوء مع واحد من الراسمين.

المفهوم المهم الذي ينبغي تذكره هو أن المستوى المار بقمة مخروط يقطعه وفقاً لراسمين. اختلاف طريقة الرسم لا ينبغي أن يستبعد هذه المفاهيم التي يمكن اعتمادها في حل الكثير من المسائل، مثل تحديد المسافة الدنيا والقصوى بين نقطة و سطح مخروطي.

استنتاج

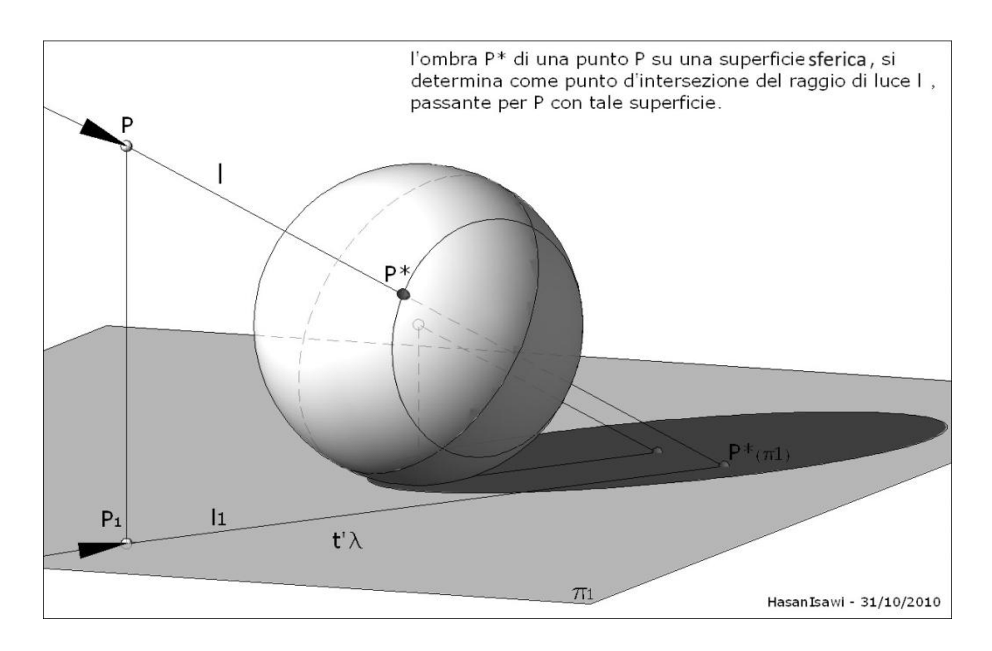
اختلاف أداة الرسم المعتمدة لا يستبعد بالضرورة تدريس المفاهيم الهامة للهندسة وصفية أياً كانت المسائل الهندسية التي ينبغي معالجتها، الحل في معظم الحالات يكمن في الاعتماد على مجموعة من المفاهيم الأساسية. دقة النتائج وسرعة التوصل إليها تعتمد على أداة الرسم (رقمية أو تقليدية) وعلى الطريقة المستخدمة (ثنائي الأبعاد أو ثلاثي الأبعاد). مثلاً مفهوم قطع مخروط بمستوى يمر بقمته سمح لنا بالحصول على قطع مخروطي بسيط مكون من خطين. نفس هذا المفهوم يمكن اعتماده في حل الكثير من المسائل، مثل تحديد المسافة الدنيا بين نقطة وسطح مخروطي. بشكل عام المسافة الدنيا بين نقطة P وسطح مخروطي (بما في ذلك الأسطوانة) تنتمي إلى خط r يمر بالنقطة P وعمودي على واحد من رواسم K. هذا الراسم يحدد كتقاطع بين المستوى الذي يمر بالنقطة P وبمحور K.
في هذا أود التأكيد على أهمية معرفة مفاهيم الهندسة الوصفية الأساسية للوصول إلى حل مسائل النمذجة والإظهار المختلفة. وطبيعي أن تطبيق المفهوم وفقا لطريقة الرسم المستخدمة يمكن أن يكون أكثر أو أقل تعقيداً. وأنه دون معرفة هذه المفاهيم، من الصعب حل أبسط المسائل الهندسية حتى باستخدام وسائل الرسم الأكثر تطورا. وبهذا لا أريد أن أستبعد إمكانيات أدوات الرسم الرقمية، بالعكس أود أن أؤكد على دورها الفعال في تسهيل تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية وتطبيقاتها باستخدام الفراغ الافتراضي الذي توفره هذه الأدوات.

**مثال 3: ظل نقطة على سطح كروي**

ظل نقطة P على سطح كروي الشكل ، يُحدد كتقاطع بين شعاع الضوء l المار بالنقطة P وذلك السطح .

الإجراء هو الآتي (شكل48/4) :

- نمرر بالنقطة P شعاع ضوء l ؛
- نمرر بالشعاع l مستوى رأسي λ ؛
- نحدد دائرة التقاطع بين المستوى λ والكرة ؛
- نحدد نقطة التقاطع *P بين الدائرة والشعاع l .




شكل48/4: ظل نقطة على سطح كروي. (الباحث)

مثال1/3- رسم ظل نقطة على سطح كروي (طريقة تقليدية)

معالجة مسائل الهندسة الوصفية (ظلال، تــقاطع، قياس، منحنيات وأسطح) في الطريقة التقليدية يسمح لنا باستكشاف تعدد المفاهيم المستخدمة للوصول إلى حل مسألة هندسية معينة. وهذا يساعدنا على فهم كيفية شرح هذه المفاهيم باستخدام التطبيقات الحاسوبية وخصوصاً النمذجة ثلاثية الأبعاد. الهدف هو الوصول إلى طريقة جديدة لتعليم الطالب قواعد استخدام أدوات الرسم الحاسوبية من خلال معرفة نظرية تمكنه من تخيل ونمذجة وتمثيل الفراغ في تراكباته اللانهائية .

من بين أنواع الأكسونوميتري المختلفة ، تم اختيار استخدام الأكسونوميتري الكافاليرا الأفقية ، لسهولة تنفيذها ، والتي تعود إلى تطابق بين مستوى الإسقاط الأكسونوميتري والمستوى الأفقي للإسقاط المونجي. وبهذا، الأشكال التي تنتمي إلى مستويات أفقية تبقى، بعد الإسقاط بمقاسها وشكلها الحقيقي،

وتعود أيضاً إلى أنه يمكن تقليص القياسيات الرأسية على النحو المرغوب فيه أو تركها بمقاسها الحقيقي (بالنسبة لمقياس الرسم) . لهذه الأسباب، والحقيقة أنه يجب تعليم الطالب–المعماري، نوع من التمثيل ثلاثي الأبعاد، سهل وسريع الأداء، حتى في الرسم الحر، تم تفضيل استخدام هذا النوع من الأكسونوميتري في التطبيقات النظرية للرسم في الأسلوب التقليدي.

لتمثيل ظل كرة ، وظل نقطة عليها في الأكسونومتري الكافاليرا، يمكن تقسيم مراحل هذه المسألة كما يلي :

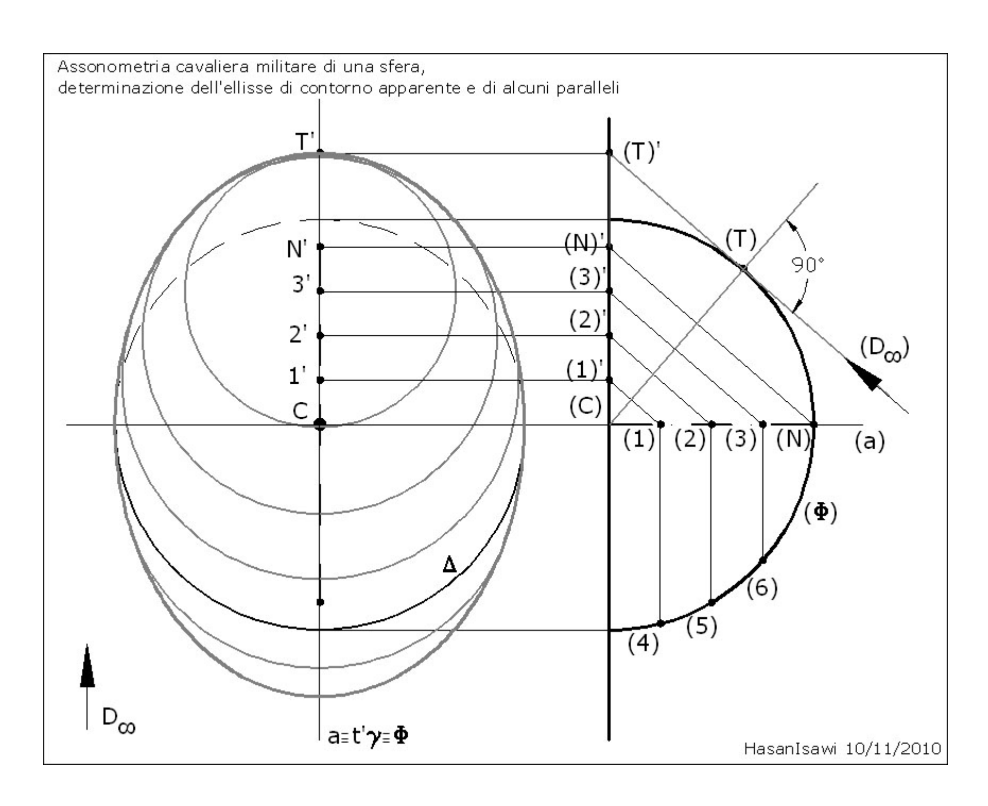
- المرحلة الأولى : التمثيل الأكسونومتري للكرة (شكل 49/4).
- المرحلة الثانية : تمثيل الظلال، بما في ذلك ظل الذاتي والساقط للكرة وأيضا ظل نقطة على نفس الكرة (شكل50/4).

المرحلة الأولى : التمثيل الأكسونومتري للكرة

تمثيل الكرة يتطلب تحديد بعض العناصر الهامة مثل القاعدة ، عدد من دوائر العرض لمحاكاة انحناء الكرة ، والكفاف الظاهر .وبالنظر إلى خصائص هذا النوع من الأكسونومتري ، يمكن رسم الدائرة الاستوائية $\Delta$ بنصف قطر محدد سلفاً. أما الدوائر التي تمثل دوائر العرض فينبغي تحديدها كمقاطع بين الكرة ومستويات أفقية متساوية البعد عن بعضها البعض. وهذا لإعطاء مظهر منحنى منتظم للكرة.
وبافتراض تقليص وحدة قياس المسافات الرأسية، اتجاه الإسقاط يكون بزاوية أكبر من 45 درجة بالنسبة لمستوى الإسقاط .عملياً، نثبت على المحور الرأسي a للكرة، النقطة N التي تمثل أعلى نقطة للكرة، على مسافة من مركز الكرة C يساوي -على سبيل المثال- قيمة أقل من نصف قطر الدائرة الاستوائية $\Delta$ . بما أن الدوائر العرضية (Circles of latitude) للكرة، في هذا النوع من الأكسونومتري ، كما قلنا سابقاً، تبقى بعد الإسقاط بقياس وشكل حقيقي، فـإنه يكفي تحديد مواقع مراكز ومقاسات أنصاف الأقطار لرسم دوائر العرض.

علماً أن أطراف أنصاف أقطار هذه الدوائر، هي نقط تقاطع خطوط أفقية، على التوالي ، مع المحور a للكرة ومع سطحها. فلنفترض أن هذه الخطوط تنتمي إلى مستوى رأسي $\gamma$ يمر بمركز الكرة ويوازي اتجاه مركز الإسقاط .لتعيين نقاط التقاطع ينبغي إيجاد الدائرة الطولية $\Phi$ كتقاطع بين $\gamma$ والكرة .وبما أن الإسقاط الأكسونومتري للدائرة $\Phi$ يتطابق مع الأثر $t'\gamma$ للمستوى $\gamma$ ؛ فينبغي قلب $\gamma$ على مستوى الإسقاط، باستخدام $t'\gamma$كمحور للانقلاب، وبهدف توضيح عمليات الإنشاء الهندسي الضرورية تم نقل التطبيق، كما هو موضح في الشكل، إلى الجانب الأيمن من الإسقاط الأكسونومتري. ومن المهم الإشارة إلى أن نتيجة عمليات التطبيق والنقل تعادل عملية الإسقاط الثالث المونجي (Mongian projection). ونتيجة وجود تماثل للكرة بالنسبة لمستوى الإسقاط ، فقد تم رسم الجزء العلوي فقط، حيث المسقط الثالث للمحور a عمودي على $t'\gamma$ ويمر بالمركز C . المستقيم C-(N) الذي ينتمي إلى المحور a ، تم تقسيمه إلى أجزاء متساوية بواسطة النقاط (1)، (2)، (3) التي تمثل الإسقاط الثالث لمراكز دوائر العرض. من هذه المراكز تمر الخطوط الأفقية التي تتقاطع مع الدائرة ($\Phi$) في النقاط 4،5،6 . وبهذه الطريقة يتم الحصول على مقاسات أنصاف أقطار دوائر العرض للكرة. على سبيل المثال ، واحدة من هذه الدوائر هي الدائرة

التي مركزها النقطة 1 ونصف قطرها المستقيم 1-4. وبالمثل ، يتم رسم دوائر العرض الأخرى . والجدير بالذكر أنه كلما كان أكثر عدد دوائر العرض كلما كان أفضل محاكاة لانحناء الكرة.




شكل49/4: اكسونوميتري كافاليرا أفقية (military axonometry) للكرة عن طريق تحديد الكفاف الظاهر ، وبعض دوائر العرض. (الباحث)

الكفاف الظاهر للكرة يمكن اعتبار ه تقاطع بين مستوى الإسقاط وأسطوانة محاطة لنفس الكرة. حيث محور هذه الأسطوانة، في الإسقاط الثالث، مواز لاتجاه الخط (N)-(N) . الخط الماس للدائرة (Φ) ، في النقطة (T) ، يمثل الإسقاط الثالث لواحد من راسمين الكفاف الظاهر للأسطوانة. هذا الراسم يتقاطع مع خط الأرض في النقطة (T') ، والتي إسقاطها الأكسنومتري يمثل واحد من طرفين المحور الأكبر لإهليج الكفاف الظاهر للكرة. المحور الأصغر معلوم سابقاً لأنه متطابق مع قطر الدائرة Δ المتعامد على المحور الأكبر. بهذه الطريقة وبمجرد تحديد هذه المحاور يمكن رسم الإهليج الذي يمثل الكفاف الظاهر للكرة.

المرحلة الثانية : تمثيل الظلال، بما في ذلك الظل الذاتي والساقط للكرة وظل نقطة على نفس الكرة

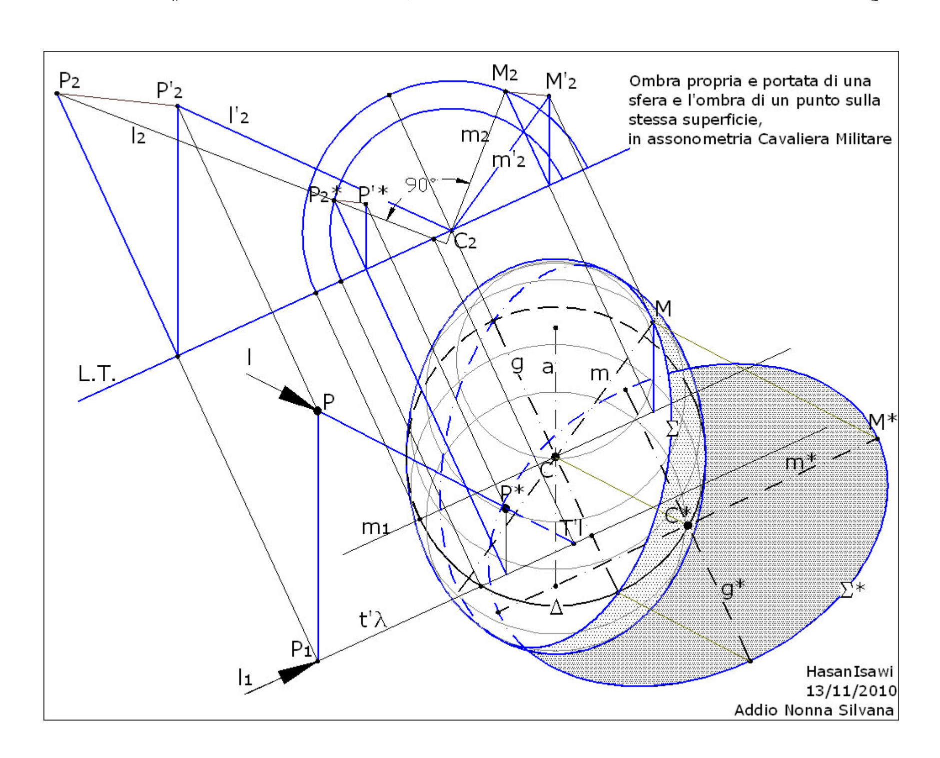
بمجرد الانتهاء من تمثيل الكرة في الأكسنومتري الكافاليرا الأفقية (كما ورد أعلاه) ، وكذلك النقطة P ، وتم تعيين اتجاه شعاع الضوء l وإسقاطه الأفقي l1 ، يمكن متابعة العمليات بالترتيب التالي (شكل50/4) :

- ظل نقطة P على الكرة
- الظل الذاتي والساقط للكرة

يتم تحديد ظل النقطة P على الكرة كتقاطع بين الكرة وشعاع الضوء المار بالنقطة P. ولهذه الغاية، نمرر بالنقطة P مستوى الضوء λ . الأثر الأفقي لهذا المستوى يتطابق مع الإسقاط الأفقي l1 للشعاع l . ومن ثم

نحدد التقاطع الدائري Θ بين λ والكرة. ولكن بما أن Θ تنتمي إلى مستوى غير موازي لمستوى الإسقاط $\pi 1$، فإسقاطها الأكسونومترية يتكون من إهليج. وكما هو معروف رسم الإهليج يتطلب بعض الإنشاءات الهندسية . لتفادي هذه الإنشاءات يمكن الاستفادة من خاصية هذا النوع من الأكسونومتري، من خلال إجراء إسقاط مونجي على مستوى رأسي موازي للمستوى λ . ومن ثم نقوم بعملية قلب هذا المستوى على مستوى الإسقاط $\pi$ (المتطابق مع مستوى الإسقاط الأفقي $\pi 1$ ) بهدف رسم الدائرة Θ بشكلها ومقاسها الحقيقي. عملياً، نرسم خط الأرض L.L بحيث يكون موازي للأثر الأفقي t'λ للمستوى λ ، ومن ثم نسقط على L.L نقاط تقاطع Δ مع t'λ . هذه النقاط تمثل قطر دائرة التقاطع Θ . نسقط أيضا شعاع الضوء المار بالنقطة P، بهدف تحديد، في الإسقاط الرأسي، نقطة التقاطع P*2 بين الدائرة Θ2 والخط l2 . ومن ثم نقوم النقطة P*2 لإيجاد موضعها الأكسونومتري P* ، والتي تمثل ظل النقطة P على الكرة.

لتحديد الظل الذاتي للكرة ، نأخذ في الاعتبار أن فاصل الظل للكرة، ينتمي إلى مستوى α عمودي على شعاع الضوء ومار بمركز الكرة. في هذه الحالة، فاصل الظل هي الدائرة Σ والتي تتحول إلى إهليج في هذا النوع من الإسقاط الأكسونومتري. لإيجاد هذا الإهليج ، Σ في الإسقاط المونجي ، نمرر الخط m2 بشكل عمودي على الإسقاط l2 لشعاع الضوء l. الخط m يمثل خط أقصى ميلان للمستوى α ويمثل أيضاً واحداً من الأقطار المتزاوجة للإهليج Σ (10). نقطة التقاطع M2 بين الخط m2 وكفاف الكرة في الإسقاط المونجي، يمثل نقطة أقصى ارتفاع لفاصل الظل Σ . حيث يمكن تقويم ارتفاع هذه النقطة M2 ومن ثم نقلها إلى موضعها الأكسونومتري لإيجاد النقطة M التي تمثل طرف القطر m. القطر الآخر g للإهليج فاصل الظل Σ يتطابق مع قطر الدائرة الاستوائية Δ ويكون عمودي على الإسقاط الأفقي m1 للخط m.




شكل50/4: ظل ذاتي وساقط للكرة وظل نقطة على نفس الكرة. (الباحث)

وبمجرد الانتهاء من إيجاد اثنين من الأقطار المتزاوجة m و g، يمكن القيام بالإجراء المفصل في الشكل57/4 لإنشاء الإهليج Σ.

لتحديد الظل الساقط للكرة، نفترض وجود مستوى أفقي $\delta$ حيث ترتكز الكرة في الطرف السفلي لمحورها. نتابع الإجراء بإيجاد الظلال $m^*$ $g^*$ للأقطار $m$ $g$ . والتي تمثل في هذه الحالة أيضا محاور الظل الساقط $\Sigma^*$ للإهليج $\Sigma$ .

ومن الجدير بالذكر أن الظل الساقط $\Sigma^*$ لكرة على مستوى $\delta$ هو تقاطع بين المستوى $\delta$ وأسطوانة دورانية مقطعها القائم فاصل الظل $\Sigma$ ومحورها شعاع الضوء المار بمركز الكرة.

ملاحظات عامة

في حل مسألة المثال السابق لقد واجهنا بعض مفاهيم الهندسة الوصفية التي في ما يلي يراد إعادة سردها بشكل عام : الأشكال التي لا تنتمي إلى مستويات موازية لمستوى الإسقاط $\pi$، لها إسقاطات مشوهة ، وعلى طالب الهندسة المعمارية أن يعرفها مقدماً. في المثال المعروض (شكل 48/4) لاحظنا أن الدائرة $\Sigma$ فاصلة ظل الكرة تنتمي إلى مستوى مائل بالنسبة لمستوى الإسقاط (متطابق مع الإسقاط الأفقي المونجي في هذا النوع من الأكسنومتري)، وبالتالي الدائرة تتحول إلى إهليج في الإسقاط الأكسنومتري. من الضروري الأخذ في الاعتبار أن هذه الحالة من التشوه تحدث في جميع أنواع الإسقاطات المتوازية (الأكسنومترية العمودية، الأكسنومترية المائلة، وطريقة مونج) والمركزية (المنظور). الإهليج $\Sigma$ هو مقطع لأسطوانة إسقاطية أجريت بمستوى الإسقاط. رواسم هذه الأسطوانة هي خطوط مارة بمركز الإسقاط اللانهائي وبنقاط الدائرة المسقطة $\Sigma$. هذه الدائرة تنتمي إلى مستوى مائل بالنسبة لمحور الأسطوانة ويترتب على ذلك أن الأسطوانة إهليليجية، وبالتالي بقطع الأسطوانة بمستوى غير عمودي على محورها ، سيكون لدينا إهليج (إلا في حالات خاصة).

لتلخيص المفهوم : بقطع مخروط (بما في ذلك أسطوانة كمخروط بقمة رأس لانهائية) بمستوى غير متعامد على محوره سينتج مقطع مخروطي مختلف عن المقطع القائم لنفس المخروط.

كما رأينا في المثال أعلاه ، ظل النقطة $P$ على الكرة هي مسألة تقاطع بين خط مستقيم (الشعاع) وسطح (الكرة) . حل هذه المسألة تكمن في العثور على النقطة المشتركة $P^*$ للخط $l$ ولمقطع السطح. يمكن أن يتم الحصول على هذا المقطع باستخدام أي مستوى مساعد $\lambda$ مار بالخط $l$ . هذا الإجراء يمكن تطبيقه بشكل عام على معظم حالات التقاطع بين خط وسطح. حيث الخط $l$ يمكن أن يكون خيالي كشعاع ضوء (كما هو في المثال المعني)، كخط إسقاط في تآلف أفيني (انزلاق ، انقلاب ، دوران) أو في تآلف منظوري، أو يمكن أن يكون واقعي كحافة هرم أو منشور، أو راسم سطح مخروطي أو أسطواني .

من بين العدد اللانهائي من المستويات المارة بشعاع الضوء والقاطعة سطح متلقي ظل نقطة ما، لقد تم استخدام في التطبيقات السابقة المستوى الرأسي كعملية مساعدة لإيجاد ظل تلك النقطة. وهذا الاختيار يمكن أن يبرر في الرسم التقليدي (ثنائي الأبعاد) وفي النمذجة السلكية وأيضاً في النمذجة السطحية، حيث هناك الحاجة إلى عمليات من الإنشاءات الهندسية للوصول إلى إيجاد التقاطع بين مستوى الضوء والسطح المتلقي، والتي عادة ما تكون أسهل باستخدام المستوى الرأسي. بينما في النمذجة الصلبة، بمجرد الانتهاء من إنشاء الكيانات الهندسية المطلوبة، يمكن الحصول على ذلك التقاطع بطريقة تلقائية بمجرد تعيين أي

مستوى مار بالشعاع وقاطع السطح المتلقي. عملياً ، وبما أن المستوى يحدد أيضاً بتعيين ثلاثة نقاط غير مصطفة على نفس الاستقامة، فيمكن تحديد مستوى الضوء بتعيين نقطتين على شعاع الضوء والنقطة الأخرى في أي نقطة في الفراغ. استخدام المستوى الرأسي في النمذجة الصلبة أيضاً، يمكن أن يبرر لسهولة التعرف عليه ولأنه يسهل تفسير ومتابعة الإنشاءات الهندسية ، وبذلك يسهل قراءة وترجمة الرسم .

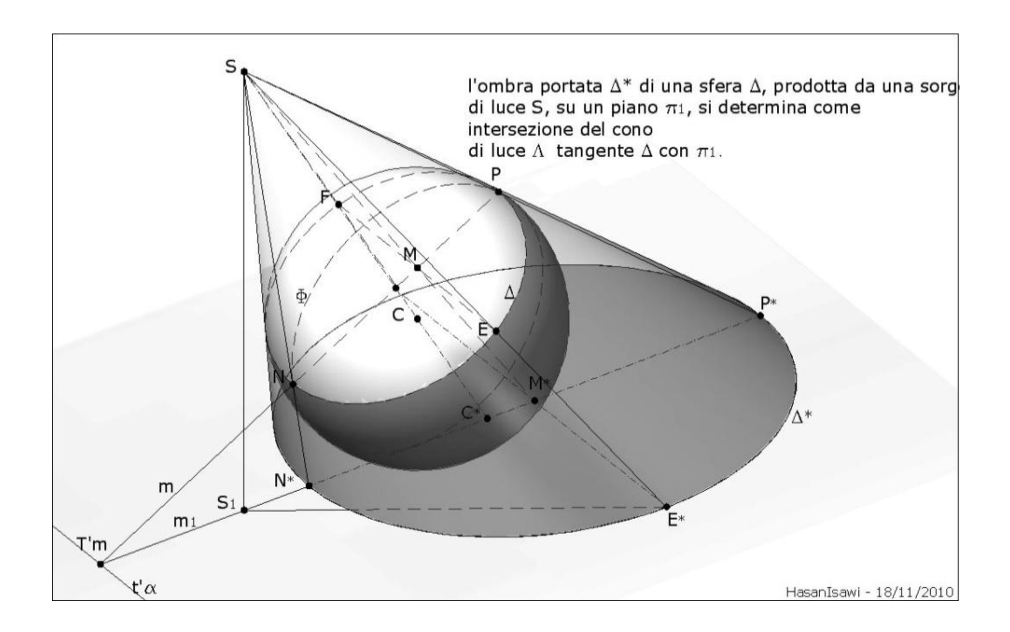
وكما يتضح في المثال ، فقد استخدم مستوى مساعد رأسي $\lambda$ لحل مشكلة التقاطع بين الخط l والسطح الكروي K . لتمثيل سطح ما في الفراغ، في الطريقة التقليدية أو الرقمية، عادة ما يبدأ برسم الإسقاط الأفقي، وبالتالي يكفي تحديد نقاط التقاطع بين الأثر الأفقي للمستوى الرأسي والإسقاط الأفقي للخطوط الهامة التي تمثل السطح، ثم من هذه النقاط ، ترسم خطوط رأسية التي تقابل خطوط السطح في الفراغ وفقاً للنقاط التي تمثل المقطع. ولكن ينبغي الأخذ في الاعتبار أن إنشاء المقطع في حالة الرسم ثنائي الأبعاد، يتطلب الحاجة إلى عمليات إنشاء أخرى ، بالإضافة إلى تلك المذكورة كما هي عملية التطبيق . على سبيل المثال، وبالإشارة إلى الشكل المعروض، بقطع الكرة بالمستوى الرأسي $\lambda$ نحصل على دائرة والتي تتحول إلى إهليج في الإسقاط الأكسنومتري .تم تجنب إنشاء هذا الإهليج من خلال إجراء عملية قلب الدائرة على مستوى الإسقاط. والذي يهدف إلى تسهيل مهمة العثور على نقطة التقاطع *P2 بين الخط l والدائرة المقلوبة .

## 2-7-4 ظل الكرة من مصدر ضوء نهائي

ظل الكرة الساقط على مستوى والناتج من مصدر ضوء نهائي يمكن تفسيره كتقاطع بين المستوى المتلقي الظل ومخروط دوراني مغلف الكرة وقمته تتطابق مع مصدر الضوء .المقطع $\Delta$* بين المخروط والمستوى الذي يتلقى الظل هو إهليج ويمثل ظل فاصل الظل $\Delta$ للكرة . يتم الحصول على فاصل الظل $\Delta$ باستخدام مستوى عمودي على محور المخروط .وعلاوة على ذلك ، فالفاصل هو المحل الهندسي لنقاط التماس بين رواسم مخروط الضوء والكرة . الأجراء التقني موضح كما يلي (شكل51/4) :

- نحدد مستوى ضوء رأسي $\lambda$ بحيث يمر بمركز الكرة C.
- نحدد الدائرة $\Phi$ كتقاطع بين $\lambda$ والكرة. في هذه الحالة المقطع $\Phi$ هي دائرة عظمى لأن المستوى $\lambda$ يمر بمركز الكرة .

المستوى $\lambda$ يقطع أيضا المخروط الضوئي وفقاً لراسمين، اللذين يتماسان الكرة في النقطتين P و N . هاتان النقطتان يمثلان قطر الدائرة $\Delta$ فاصلة الظل. وعلاوة على ذلك هذا القطر ينتمي إلى الخط أقصى انحدار للمستوى $\alpha$ الذي هو عمودي على محور المخروط في النقطة M . ظل القطر P-N هو المحور الأكبر للإهليج $\Delta$*، الذي يمثل الظل الساقط للكرة. المحور الأصغر للإهليج $\Delta$* يمر بالنقطة الوسطى *M للمحور P-N بشكل عمودي على نفس المحور




شكل51/4: ظل الكرة من مصدر ضوء نهائي (أو صناعي). (الباحث)

.بواسطة شعاع الضوء العكسي المار بالمركز *M نحدد النقطة M كتقاطع مع الخط m . من النقطة M نرسم خط عمودي على خط أقصى انحدار m وحيث يتلاقى مع الدائرة Δ نجد النقاط E و F . ظل هذه النقاط يحدد أطراف المحور الأصغر للإهليج *Δ .

وتجدر الإشارة إلى أن إسقاط مركز الدائرة Δ من قمة المخروط S لا يتطابق مع مركز الإهليج *Δ مسقط تلك الدائرة Δ .

### 4-7-2-1- إنشاءات ما قبل النمذجة

تشير بشكل عام إلى العمليات التحضيرية من الإنشاءات الهندسية الضرورية لتوليد نماذج ثلاثية الأبعاد. هذه الإنشاءات الهندسية يتم تنفيذها في كثير من الأحيان باستخدام طريقة مونج لتحديد الحد الأدنى من العناصر اللازمة لتوليد تلك النماذج. على سبيل المثال ، الإنشاءات الهندسية لنمذجة المجسمات الصلبة في الشكل 51/4 (الكرة والمخروط المحيط بها) يتم بالترتيب التالي :

- نرسم دائرة لتمثيل الكفاف الظاهر للكرة في الإسقاط الأفقي .
- نرسم خط لتمثيل الأثر الأفقي للمستوى β المار بمركز الدائرة $C_1$ والذي ينبغي أن يمر بمحور مخروط الضوء .
- نقوم برسم خط الأرض موازي للأثر الأفقي للمستوى β .
- نرسم الدائرة لتمثيل الكفاف الظاهر للكرة في الإسقاط الرأسي . وبافتراض أن الكرة تمس مستوى الإسقاط الأفقي، ينبغي أن تكون هذه الدائرة فوق خط الأرض وماسة له .

– نرسم الإسقاط الرأسي للمخروط بحيث يكون محيطاً بالدائرة . عملياً نثبت قمة الرأس $S_2$ (مصدر الضوء النهائي) بحيث تكون أعلى من الدائرة ، ثم من النقطة $S_2$ نرسم خطين متماسين الدائرة لتمثيل الكفاف الظاهر للمخروط في الإسقاط الرأسي .

**4-7-2-2- النمذجة الصلبة**

في هذه المرحلة، بعد أن حددنا العناصر المطلوبة باستخدام طريقة مونج (ثنائية الأبعاد) ، سنواجه في ما يلي عملية توليد النماذج الصلبة، ووضعها في المكان المقرر لها :

نولد الكرة التي مركزها في $C_2$ ونصف قطر يساوي نصف قطر دائرة الكفاف الظاهر لنفس الكرة في الإسقاط الأفقي (أو الرأسي) .

نقوم بعملية تقويم (عكس انقلاب) الكرة بتحديد خط الأرض كمفصلة والقيمة 90 درجة كزاوية للدوران .

نقوم بإزاحة الكرة بمسافة تساوي بروز النقطة $C_1$ . عملياً نحرك الكرة من نقطة تقاطع خط التناظر مع خط الأرض إلى النقطة $C_1$ . بهذه الطريقة نضع الكرة في موضعها المعين .

من أجل نمذجة المخروط نرسم مثلث بزاوية قائمة رأسها في النقطة $C_2$ والرأسين الآخرين، بالتوالي، في نقطة التماس P (أو في N) و في النقطة $V_2$. ومن ثم نقوم بعملية توليد نموذج المخروط بتحديد المثلث كراسم والخط $C_2$ - $S_2$ كمحور والقيمة 360 درجة كزاوية للدوران . ثم نضع نموذج المخروط في المكان المعين له، بطريقة مماثلة للعمليات السابقة التي أجريت في حالة الكرة .

لاستكمال نمذجة المخروط مع القاعدة الإهليجية $\Delta$* على المستوى xy ، نقوم بعملية تحجيم المخروط بحيث يكون مقطعه القائم في **الزاوية الزوجية الرابعة** أي في الفراغ (أي في الفراغ المحدد من نصف المستوى الأمامي xy ومن نصف المستوى السفلي yz) وثم بتثبيت القمة S . بعد هذه العملية يمكن قطع المخروط بتحديد مستوى الإسقاط الأفقي المطلق كمستوى قاطع، وبتحديد نقطة بارتفاع إيجابي للإشارة إلى الجزء العلوي الذي يراد الاحتفاظ به. المقطع الإهليجي $\Delta$* الذي يتم الحصول علية من تقاطع المخروط مع المستوى xy يمثل الظل الساقط للكرة على نفس المستوى xy .

لتحديد الدائرة فاصلة الظل للكرة، ينبغي تحديد الكفاف الظاهر للكرة بالنسبة لمصدر الضوء. والتي هي الدائرة المشتركة بين الكرة ومخروط الضوء .في هذا الصدد نستخدم الأمر "Intersection" في أوتوكاد الذي يسمح بإيجاد الجزء المشترك بين المجسمين بطريقة تلقائية. في هذا الصدد ينبغي معرفة أن هذا الأمر لا يعمل عندما يكون المجسمين في حالة تماس، أو بالأحرى عندما يكون الجزء المشترك شكل مستوي والذي في هذه الحالة يتمثل في الدائرة. لذلك وبما أن هذه المسألة لا تجد حل بطريقة تلقائية، ينبغي استخدام الإنشاءات الهندسية مثل تلك التي فسرت في بداية هذا المثال. التي تكمن في قطع كلاً من المخروط والكرة بمستوى رأسي يمر بقمة المخروط وبمركز الدائرة، ومن ثم العثور على نقاط التماس P Nبين المقاطع التي تم الحصول عليها ، والتي هي الدائرة $\Phi$ نتيجة التقاطع مع الكرة، والراسمين S-P*،

SN* نتيجة التقاطع مع المخروط. نقاط التماس P N بين هذه المقاطع تمثل طرفي قطر الدائرة Δ المطلوبة . لتوليد هذه الدائرة Δ، نضع مستوى الإنشاء xy بحيث يمر بالقطر P-N ويكون عمودي على محور المخروط ، ومن ثم يتم نقطع المخروط باستخدام الأمر section بتحديد xy كمستوى قاطع .

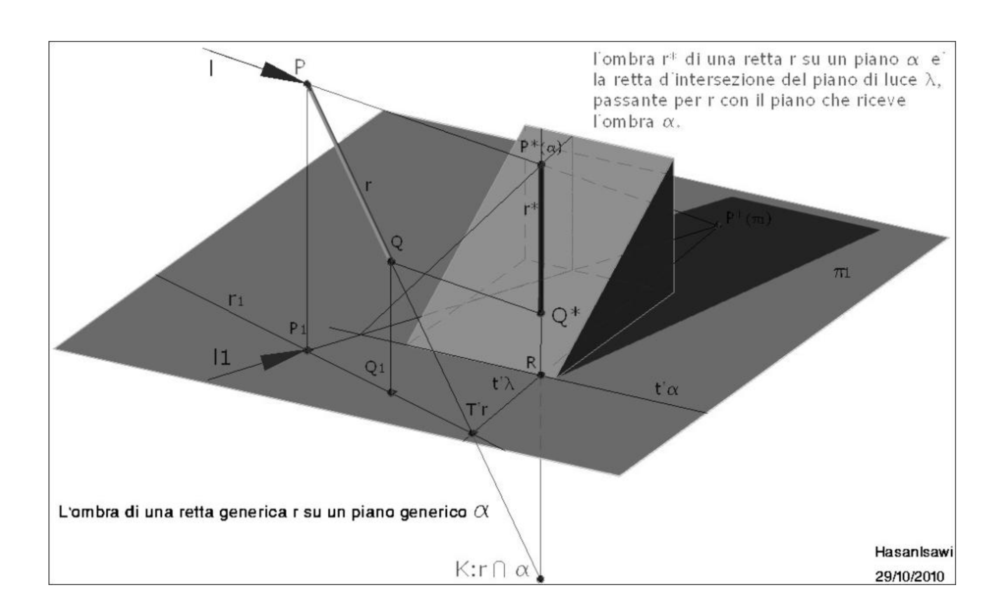
### 4-7-2-3- ملاحظة

في كثير من الأحيان مرحلة "ما قبل النمذجة" ونفس مرحلة النمذجة ليستا منفصلتان بشكل واضح، ويمكن أن تكونا مُندمجتان في نفس المرحلة كما لاحظنا في هذا المثال في حالة تحديد فاصل ظل الكرة Δ . السؤال الذي يطرح نفسه لماذا إيجاد فاصل ظل الكرة عندما يمكن الحصول عليه تلقائياً. الإجابة تكمن في المهمة الحقيقية للهندسة الوصفية ، والتي كما قلنا مراراً وتكراراً ، يجب أن يكون هدفها تعليم قواعد الفراغ حتى تمكن الطالب المعماري من التدخل في أي مرحلة من مراحل النمذجة والإظهار. تعليم نمذجة حالة فراغية لتفسير مفهوم نظري معين، مثل تحديد الدائرة Δ ، سيكون ضروري في الحالات التي ينبغي فيها نمذجة مشروع معماري معين. أي؛ تعليم الطالب السيطرة على كل وضع ممكن في الفراغ النظري سيكون مفيد وعملي في تصميم العمارة وتكويناتها اللانهائية. فقبل كل شيء ،الإنشاءات الهندسية هي تمرين تجريدي لعملية التصميم .

### 4-7-3- ظل خط مستقيم على سطح مستوي ( أو منحني)

لتحديد ظل خط r على سطح مستوى α ، ينبغي تحديد وتوصيل ظل نقطتين من الخط r على α

لتحديد ظل *P النقطة الأولى P، نأخذ بالاعتبار أن *P هي تقاطع بين شعاع الضوء l المار بالنقطة P والمستوى α . للقيام بذلك – نمرر بالشعاع l مستوى رأسي β ؛ – نحدد خط التقاطع s بين المستويين β و α؛ وهكذا نجد *P كنقطة تقاطع بين الخط s والشعاع l




شكل52/4: ظل خط بوضع عام r على مستوى مائل α . (الباحث)

لتحديد ظل نقطة ثانية للخط r على $\alpha$، يمكننا ان نتابع كما يلي (شكل 52/4):

- نجد ظل الخط r على $\pi1$ (مستوى الإسقاط الأفقي) بتحديد وتوصيل النقطتين T'r (الأثر الأفقي للخط r ) و $P^*(\pi1)$ (ظل النقطة P على $\pi1$ ). من المهم ملاحظة أن ظل الخط r على $\pi1$ يمثل خط تقاطع مستوى الضوء $\lambda$ المار بالخط r مع ، $\pi1$ والذي يسمى الأثر الأفقي للمستوى $\lambda$ ويرمز له $t'\lambda$ .
- نجد نقطة التقاطع R بين الآثار الأفقية $t'\alpha$ و $t'\lambda$ للمستويات $\alpha$ و $\lambda$ . النقطة R تمثل ظل نقط ثانية للخط r على المستوى $\alpha$ . لذلك نجد $r^*$ (ظل الخط r على ، $\alpha$ ) بتوصيل النقطتين $P^*$ و R . وأخيراً، نجد $Q^*$ (ظل الطرف الآخر للخط r ) كنقطة تقاطع بين الظل $r^*$ وشعاع الضوء المار بالنقطة Q .

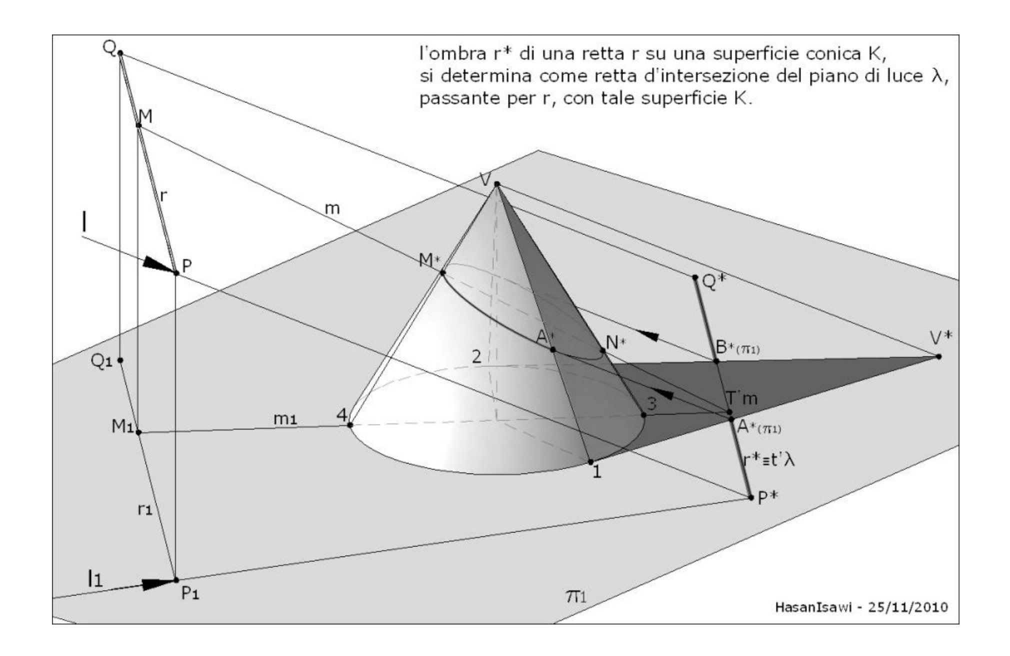
## *4-8- الظلال كمقاطع مخروطية*

ظل خط مستقيم على سطح مخروطي يمكن أن يكون قطع مخروطي (ربما متدهور) . ووفقا لميلان مستوى الضوء $\lambda$ المار بالخط r بالنسبة لرواسم المخروط ، القطع المخروطي يمكن أن يكون على التوالي :

- قطع ناقص ، عندما مستوى الضوء $\lambda$ يقطع جميع رواسم سطح المخروط K .
- قطع مكافئ عندما مستوى الضوء $\lambda$ يوازي واحد من رواسم K .
- قطع زائد عندما $\lambda$ يوازي اثنين من رواسم K .
- نقطة عندما $\lambda$ يمر بقمة K .
- خط عندما $\lambda$ يلامس سطح K .

### 4-8-1- ظل خط مستقيم على مخروط كإهليج ناتج من تقاطع مستوى ضوء مع المخروط

ظل خط مستقيم r على مخروط K يمكن أن يكون إهليج ، إذا كان مستوى الضوء $\lambda$ المار بالخط r يقطع جميع رواسم المخروط K ؛ مع الأخذ بالاعتبار أن المخروط هو مجموعة من الخطوط (نظريا بطول غير محدود) المارة بنقطة واحدة تدعى قمة المخروط وبنقاط قطع مخروطي يدعى قاعدة .




شكل53/4: ظل خط مستقيم على مخروط كإهليج ناتج من تقاطع المستوى الضوء المار بالخط والمخروط. (الباحث)

### 4-8-1-1- مفاهيم وتقنيات لتحديد الظل الإهليجي

لتحديد الإهليج Δ كظل لخط مستقيم r على مخروط، نتبع بالترتيب الإجراءات التالية (شكل53/4):

ظل خط r على مستوى π1 يحدد كتقاطع بين مستوى الضوء λ المار بالخط r والمستوى متلقي الظل π1 . وبما أن المستوى المتلقي للظل، في هذه الحالة، يتطابق مع مستوى الإسقاط الأفقي π1 فان ظل الخط يتطابق مع الأثر الأفقي لمستوى الضوء λ . عملياً، وبما أن اتجاه الخط r ، في هذه الحالة فإنه كافي لتحديد الظل *P لنقطة واحدة P ومنها رسم الخط الموازي للخط r . بكلمات أخرى ينبغي معرفة أن ظل خط على سطح مستوي يمر في كل الحالات بنقطة تقاطعه مع نفس السطح. لذلك عندما يكون الخط موازي للمستوى المتلقي لظله، فان نقطة التقاطع تكون لانهائية وهذا يعني أن الخط وظله متوازيان لأن نقطتهم المشتركة تكون متمثلة باتجاه نفس الخطين.

يتم تحديد الظل الساقط للمخروط على π1 كتقاطع بين π1 ومستويين الضوء α و γ المتماسة المخروط. ينبغي معرفة أن مستوى γ يكون متماس لمخروط (بما في ذلك الأسطوانة كحالة خاصة لمخروط بقمة لانهائية) عندما يمر بقمة المخروط ويكون أثرة على مستوى القاعدة متماس لنفس القاعدة. وبما ان ظل المخروط في هذه الحالة يقع على مستوى الإسقاط الأفقي π1 فإنه يمكن رسم خطين (أثر المستويين α و γ) بشكل متماس للقاعدة بحيث يمران بالظل *V لقمة المخروط V . في هذا الصدد من المفيد أيضا معرفة أن المستويات المتماسة لمخروط دوراني يكون لها نفس الميل بالنسبة لمستوى قاعدة المخروط.

يتم تحديد الظل الذاتي للمخروط كخطوط تماس بين المخروط ومستوين الضوء ألفا وغاما المسبوق ذكرهما. واللذين لهما آثار متطابقة مع خطوط الظل V*-1،V*-2 ، وبالتالي يكفي أن نوصل قمة المخروط V مع نقاط التماس 1 و 2 . للحصول على الرواسم V-1،V-2 فواصل الظل الذاتي للمخروط .

لتحديد النقاط الهامة للإهليج Δ ، مثل النقاط *A ، B* التي تنتمي إلى فاصلي ظل المخروط، نجد نقاط التقاطع(A*(π1 ، (B*(π1 بين الظل *r للخط r والظلال V*-1 ، V*-2 للفاصلين V-1،V-2 . ومن نقاط التقاطع(A*(π1 ، (B*(π1 نرسم خطوط ضوء عكسية حتى تلاقي الفاصلين في النقاط المطلوبة *A ، *B . التي تمثل طرفي القوس المرئي للإهليج Δ بالنسبة لمصدر الضوء. لتحديد نقاط هامة أخرى للإهليج Δ، مثل نقاط الحد الأقصى والحد الأدنى من الارتفاع، نمرر بقمة المخروط مستوى رأسي بحيث يكون عمودي على الخط r . نحدد الرواسم V-3 ، V-4 كتقاطع بين β والمخروط. نحدد الخط m كتقاطع بين β ومستوى الضوء λ (المار بالخطr). وأخيراً نعثر على نقاط الحد الأقصى والحد الأدنى المطلوبة M ، N كتقاطع بين الرواسم V-4، V-3 والخط m. هذا الخط m ، يمثل خط أقصى انحدار للمستوى λ ، وبذلك mوإسقاطه الأفقي m1 يكونان عموديان على الأثر الأفقي t'λ للمستوى λ ، كما هو حال جميع الخطوط المنتمية للمستوى الرأسي β فهي عمودية أيضاً على الخط الأفقي r لأنه يوازي t'λ . لذلك ينبغي أن نضع في الاعتبار أن مستوى β يكون متعامد على خط r إذا كان هناك خطين (في هذه الحالة يمكن أن يكون الخطان؛ الرأسي M– M1 والأفقي t'λ) ينتميان إلى β و متعامدان على r . وينبغي أيضاً معرفة أنه عندما نقول خطين متعامدين بينهما، يعني أنهما، أولا، خطان متخالفان (أي لا ينتميان إلى نفس المستوى) وثانياً أن كل خط منهما ينتمي إلى مستوى عمودي على الآخر. طريقة عملية للتحقق من حالة التعامد بين خطين، تتمثل في اختيار نقطة من خط ومنه نمرر خط موازي للخط الآخر. فإذا نتج أن هناك زاوية قائمة بينهما ، فهذا يعني أنهما متعامدين . وأخيراً، يمكن تحديد نقاط عامة للإهليج Δ عن طريق إعادة الإجراء السابق الذي نُفذ لإيجاد النقاط *A و *B. باختصار، نمرر الظل *g لراسم g من نقطة *R (تنتمي إلى الخط *r) بحيث يكون بين النقطتين *A و *B . نمرر من النقطة *R شعاع ضوء عكسي الاتجاه الذي يلتقي الراسم g في النقطة العامة المطلوبة R للإهليج Δ.

## 4-8-1-2- ملاحظات حول ضرورية المفاهيم في عمليات النمذجة

على سبيل المثال، فإن تحديد نقاط أقصى وأدنى ارتفاع للإهليج Δ ، يتطلب مفاهيم مثل التعامدية بين الخطوط والمستويات، والتماس بين مستوى وسطح منحني. من دون معرفة هذه المفاهيم للهندسة الوصفية من الصعب حل هذه المسألة أو مسائل هندسية أخرى، هذه المفاهيم يمكن أن تطبق باستخدام أي أداة حتى بواسطة أداة اللحام ، كما قال إحدى الزملاء في جامعة روما ، ولكن بسبب قلة ساعات المكرسة لتدريس الهندسة الوصفية، من الصعب تطبيق هذه المفاهيم باستخدام جميع الأدوات والأساليب المتاحة. ولذلك فان إمكانية استخدام أدوات الرسم الحاسوبية (مثل أوتوكاد) تُسهل كثيراً مهمة تسريع بث مفاهيم الهندسة الوصفية وتيسير فهمها.

هذه الملاحظة كما هو حال جميع الملاحظات خلال الأمثلة التطبيقية للمفاهيم النظرية، هي الهدف الرئيسي لهذا البحث ، والتي قد تساعدنا على فهم الأهمية الملموسة لعلم الرسم، وقد تؤدي بنا إلى الاقتناع بان

الاستخدام السليم لأدوات الرسم الرقمية هو الاختيار الأفضل لتجديد تدريس علم الإظهار. والذي سيتيح لنا بتطبيقاته العملية، وخاصة باستخدام الفراغ الافتراضي، فرصة لا تعوض لتحقيق إنجازات كبيرة في بناء الفراغ المعماري والتحقق بسرعة من أشكاله بدقة وفعالية.

**4-8-1-3 إنشاءات ما قبل النمذجة**

في النمذجة ثلاثية الأبعاد هناك بعض العمليات الرسومية التي لا يمكن توليدها تلقائياً ، وتتطلب إنشاءات هندسية تحضيرية للحصول على الحد الأدنى من العناصر اللازمة للحصول على النتائج المرجوة. على سبيل المثال ، في نمذجة معظم أنواع الأسطح الهندسية هناك الحاجة لعنصرين رئيسيين وهما : الراسم والدالة .الإنشاءات الهندسية التحضيرية يمكن رسمها مباشرة في الفراغ أو على مستوى مرجعي وفقاً للأسلوب الكلاسيكي للإسقاطات المتعامدة. عمليات التوليد يمكن أن تشمل سواء نماذج لأسطح ومجسمات أو أساليب إظهار (إسقاطات مونج ، الأكسونومتري، المنظور ، ونظرية الظلال). وبما أن نتائج عمليات التوليد ينبغي أن تكون متوقعة مقدماً، فيمكن القول أن معظم عمليات النمذجة بحاجة إلى إنشاءات هندسية بدرجات متفاوتة من الصعوبة.

يمكن تنفيذ عمليات ما قبل النمذجة في الفراغ أو على مستوى مرجعي بواسطة الإسقاطات المتعامدة (طريقة مونج). من تجربتي في تدريس الهندسة الوصفية والعمل في مجال النمذجة الهندسية ، اتضح لي أنه من الأفضل ، عند الإمكان ، استخدام طريقة مونج الكلاسيكية (ثنائية الأبعاد) ، لأسباب مختلفة منها: – سهولة الإعداد والتنفيذ والرقابة السريعة؛ – سهولة مراجعة النتائج في مراحل النمذجة والتمثيل؛ – غياب حالات التخالف بين الكيانات الهندسية المستوية؛ – سهولة عملية تنظيم وتصنيف الكيانات الرسومية؛ – غياب مشاكل التداخل والالتباس بين الكيانات المختلفة في الفراغ. وعلاوة على ذلك، عمل الإنشاءات الهندسية في الفراغ ، يتطلب تغيير مستمر لمستوى الإنشاء ( Costruction Plan) بحيث يكون في كل عملية إنشاء عمودي على اتجاه الإسقاط، وبالتالي صعوبة الربط بين كيانات المستويات المختلفة وهذا يعني المزيد من الوقت والجهد وخصوصاً عند نمذجة فكرة تصميمه معقدة.

4-8-1-3-1- الإنشاءات الهندسية المتعلقة بالمثال المقترح

النمذجة الصلبة للمخروط الدائري وعموماً لأي سطح دوراني، تتطلب اثنين من الكيانات الهندسية، الأول خط مستقيم بمثابة راسم سطح المخروط، والآخر خط مستقيم بمثابة محور دوران ذلك الراسم ، بشرط أن تكون هذه الكيانات متحدة المستوى (coplanar) . باستثناء حالات خاصة مثل السطح الزائد بطية واحدة (hyperboloid of one sheet)[١]، حيث الراسم والمحور تتكون من خطان متخالفان. في حالة المخروط الدوراني ، هذه الكيانات مكونة من خطين متحدي المستوى، واحد منهما رأسي ويمثل محور الدوران

---

[١] السطح الزائد ذو الطية الواحدة هو السطح الناشئ من دوران قطع زائد حول محوره المستعرض. ويعتبر سطحا مسطرا إن كان بالإمكان الحصول عليه بدوران مستقيم حول مستقيم مخالف.

والآخر مائل (بالنسبة للمحور) ويمثل راسم السطح. هذه الخطوط في النمذجة الصلبة ينبغي أن تكون كضلعين لمثلث قائم الذي ضلعه الثالث يمثل نصف قطر قاعدة المخروط.

لوضع الخط r في الفراغ، نبدأ برسم الإسقاط الأفقي m1. وبما انه يراد توليد إهليج كظل للخط على المخروط K ، فقيمة ارتفاع الخط m يجب أن تكون مقررة بطريقة تسمح بتحديد مستوى الضوء $\lambda$ المار بالخط m وظله *m بحيث يقطع جميع رواسم السطح K. العملية التي تسمح بتحديد $\lambda$ وبالتالي ارتفاع m يمكن أن تتم في الفراغ بوضع مستوى الإسقاط متعامد على الخط *m أو (m1 ).

إجراء آخر لتحديد الحد الأدنى من العناصر اللازمة لتمثيل المسألة في الفراغ يمكن أن ينفذ من خلال طريقة الإسقاطات المتعامدة. في هذه الحالة الطريقة مماثلة لتلك التي نفذت في الفقرة 4-7-2 (ظل الكرة ناتج من مصدر ضوء نهائي). باختصار: - نرسم خط الأرض ومن ثم مثلث قائم الزاوية لتمثيل الإسقاط الرأسي للعناصر الأساسية للمخروط ألا وهما المحور وراسم سطح المخروط ؛ - نحدد مستوى الضوء لمستوى $\lambda$ بحيث يكون عمودي على $\pi_2$ (مستوى الإسقاط الرأسي) ومائل بالنسبة للمستوى $\pi_1$ ويكون أيضا قاطع الإسقاط الرأسي K2 للمخروط. الأثر الأفقي $t'\lambda$ للمستوى $\lambda$ يمر بنقطة التقاء $t''\lambda$ مع خط الأرض L.T ويكون عمودي على نفس الخط L.T. . يجب أن لا ننسى أن الأثر الأفقي للمستوى $\lambda$ يتطابق مع الظل *m للخط m. ننشئ نموذج المخروط باختيار المثلث كشكل راسم. ثم نقوم بتدوير هذا النموذج باستخدام خط الأرض كمفصلة وبتحديد 90 درجة كزاوية للدوران. ومن ثم ننسخ M1 في الفراغ بارتفاع يساوي المسافة بين M2 وخط الأرض. وأخيرا نقوم بتحريك المخروط بمسافة تساوي بروز مركز قاعدته

باعتبار أن أوتوكاد يولد ظل الأسطح والمجسمات فقط ، وبما أننا نريد الحصول على ظل خط r ، فيمكن توليد أسطوانة محورها ذلك الخط r ونصف قطر قاعدتها صغير جداً بالنسبة لمقاسات العناصر الأخرى الموجودة في المشهد .

يتم إنشاء الظلال عن طريق تحديد الأثر الرأسي للمستوى $\lambda$ كاتجاه لمصدر الضوء. بمجرد الانتهاء من توليد الظلال نشرع إلى عمل المرحلة الأخيرة التي تتضمن الإنشاءات الهندسية الهادفة لتحليل وفهم نتائج الظلال المولدة تلقائياً .

### 4-8-2 ظل خط على سطح مخروطي كقطع مكافئ

ظل خط مستقيم على مخروط كقطع مكافئ ناتج من تقاطع بين مستوى الضوء المار بالخط والمخروط

#### 4-8-2-1 المرحلة الأولى: عمليات ما قبل النمذجة

عمليات ما قبل النمذجة الهادفة إلى إنشاء الكيانات المذكورة يمكن أن تكون كالتالي (شكل54/4):

- نرسم دائرة $\Delta$ على مستوى الإسقاط الأفقي كقاعدة للمخروط K .
- نرسم من مركز $\Delta$ خط رأسي a كمحور دوران للمخروط. ونثبت عليه نقطة V كقمة للمخروط.

- نعين الراسم g ، للمخروط K بتمرير خط بالقمة V وبنقطة G من القاعدة. لرسم خط r موازي للراسم g، نعين نقطة T'r على $\pi_1$ كأول اثر للخط r ومنه نرسم المسقط الأفقي r1 للخط r بحيث يكون موازي للمسقط الأفقي g1 للراسم g .
- نرسم خط رأسي من نقطة P1 من r1 ونعيين عليه نقطة P ، ثم نرسم الخط r بتوصيل النقطتين T'r ، P. من أجل رسم شعاع الضوء l نعتبر r كخط أقصى انحدار لمستوى الضوء، وبذلك نرسم الأثر الأفقي t'λ لمستوى الضوء λ بحيث يكون عمودي على الإسقاط الأفقي r1 للخط r . وبما أن ظل خط على مستوى يُحدد كتقاطع بين هذا المستوى ومستوى الضوء المار بالخط، لذلك في هذه الحالة الأثر الأفقي t'λ للمستوى λ يتطابق مع ظل الخط r .
- وأخيراً نعين الظل *P للنقطة P على t'λ ومن ثم نصل النقطتين P *P نجد اتجاه شعاع الضوء L الإسقاط الأفقي $l_1$ لهذا الشعاع يمر بالنقطتين *P1 P .

**4-8-2-2- المرحلة الثانية: النمذجة التلقائية**

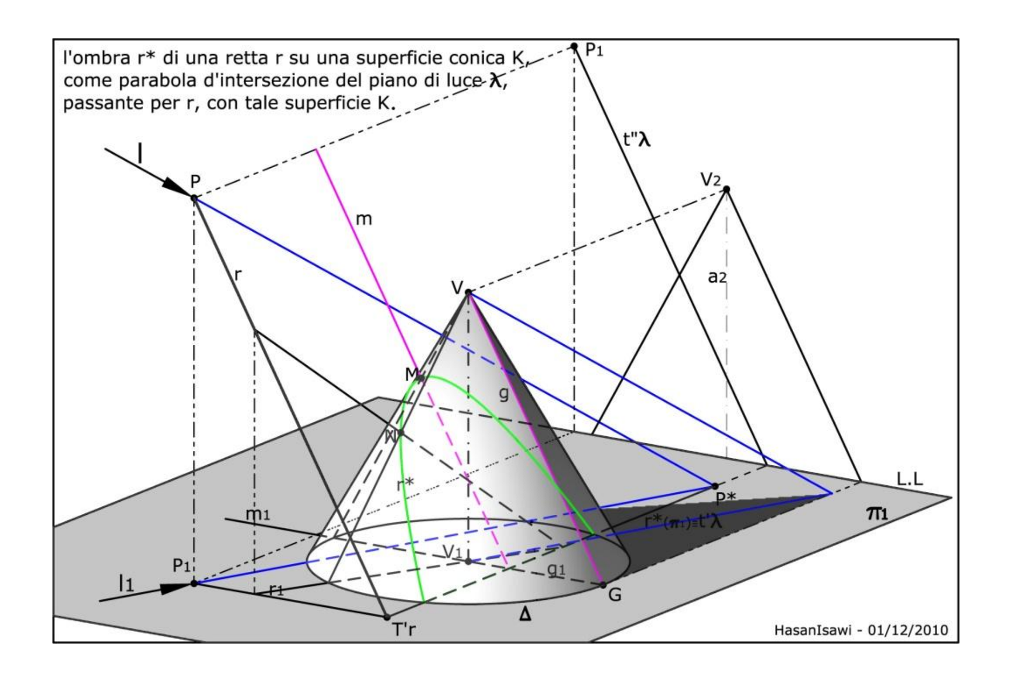
نشرع بتوليد نموذج المخروط والظلال الساقطة والذاتية للمخروط والخط. 1)- لتوليد المخروط نعيين المثلث VV1G كشكل راسم للمخروط ، باختيار الخط V1-V كمحور للدوران، والقيمة 360 كزاوية للدوران. 2)- لتوليد ظلال المخروط والخط r نعيين الخط *P-P كاتجاه لمصدر ضوء لانهائي.

**4-8-2-3- المرحلة الثالثة:عمليات تحليل مفاهيم وتقنيات النمذجة التلقائية وتحديد النقاط الهامة فيها**

بعد الانتهاء من إعداد النماذج المعنية لهذه المسألة ، نشرع إلى المرحلة الأخيرة التي تضمن تحليل للمفاهيم والتقنيات المتعلقة بالظلال المنشأة تلقائياً .

4-8-2-3-1 القطع المكافئ

يتم الحصول على القطع المكافئ بقطع مخروط ثنائي بمستوى مواز لراسم من رواسم المخروط. في هذه الحالة ، للحصول على ظل الخط r كقطع مكافئ يجب أن يكون مستوى الضوء λ موازي لراسم المخروط g. للتحقق من نوع القطع المخروطي، نمرر بقمة المخروط K مستوى مساعد γ ، ووفقاً لميلان هذا المستوى بالنسبة لرواسم المخروط، المقطع يمكن أن يكون ، على التوالي: – قطع ناقص عندما يكون γ غير موازي لرواسم K ؛ وهذا يعني أن λ يقطع جميع رواسم .K - قطع مكافئ، إذا كان γ يقطع جميع رواسم K باستثناء راسم واحد والذي يمثل محور القطع المكافئ؛ – مقطع زائد عندما γ يقطع جميع رواسم المخروط باستثناء راسمان واللذان يمثلان اتجاه الخطان المقاربان للمقطع الزائد.




شكل54/4: ظل خط مستقيم على مخروط كقطع مكافئ ناتج من تقاطع مستوى الضوء المار بالخط والمخروط. (الباحث)

4-8-2-3-2 توازي بين خط ومستوى

ظل خط مستقيم على مخروط يكون قطع مكافئ إذا كان مستوى الضوء موازي لراسم من رواسم المخروط. ينبغي وضع في الاعتبار أن مستوى λ يكون موازي لخط g، إذا كان هناك خط r ينتمي إلى λ موازي للخط g .

في هذه الحالة يراد إنشاء مستوى ضوء λ موازي للراسم g للمخروط .بهذه الغاية نعين نقطة P على شعاع الضوء l ومنه نمرر خط موازي للراسم .g نحدد الأثر الأفقي للمستوى ) λ متطابق مع الظل *r للخط r بتوصيل الأثر الأفقي T'r للخط r مع الأثر الأفقي (متطابق مع الظل *P لشعاع الضوء المار بالنقطة P) .

4-8-2-3-3 نقاط هامة

لتحديد قمة القطع المكافئ، نمرر بمحور المخروط مستوى β عمودي على مستوى الضوءλ المار بالخط r ،الأثر الأفقي ل β يمر بالإسقاط الأفقي V1 لقمة المخروط ويكون عمودي على الأثر الأفقي ل λ نحدد راسم التقاطع بين β والمخروط، ونحدد خط التقاطع m بين المستويات β و λ وأخيراً ، نجد قمة القطع المكافئ كنقطة تقاطع M بين الراسم والخط m ؛الخط mيمثل محور القطع المكافئ .

لتحديد نقطة عامة للقطع المكافئ يتم تكرار العملية السابقة باستخدام مستوى مساعد آخر بحيث يمر بمحور المخروط. نحدد تقاطع المستوى المساعد مع المخروط ومع λ لإيجاد بالتوالي الراسم d والخط b. وأخيراً نجد النقطة المطلوبة كتقاطع بين الخطين d و b .

4-8-2-3-4- ملاحظات

يكون أي مستويين متوازيين إذا توازى زوج من الخطوط على كل مستوى منهما. وبما أن الخط يكون موازي لمستوى إذا كان موازي لخط من المستوى، فأن ه من غير الممكن، بالإشارة إلى المثال المعني، تحديد مستوى ضوء λ مار بخط معطي r بحيث يكون موازي لراسم المخروط .وبالتالي ، لإعداد هذه المسألة ينبغي أولاً تحديد نقطة P ومن ثم، بمجرد تعريف أي مستوى ضوء λ مار بالنقطة P ، يمكن اختيار نقطة ثانية من λ لإيجاد الخط r.

ينبغي الأخذ في الاعتبار أنه بمجرد إيجاد مستوى الضوء λ موازي لراسم مخروط ، عملية اختيار أي شعاع ضوء من بين العدد اللانهائي من الخطوط المنتمية للمستوى λ ، لا تغير نتائج الظل التي تم الحصول عليها، ولكنه يُغير فقط موضع ظل النقط P على طول الأثر الأفقي للمستوى λ ، بالإضافة إلى ذلك وبما أنه تم أخذ الخط r في وضع خاص: موازي للراسم g ، ينبغي التأكيد على حقيقة أن جميع الخطوط المنتمية إلى المستوى λ تنتج نفس الظل .مثلاً إذا أخذنا خط آخر n منتمي إلى λ ، ظل n يتطابق مع ظل الخط r على كل من سطح المخروط ومستوى الإسقاط الأفقي π1 .

## 4-8- 3- ظل خط مستقيم على مخروط كقطع زائد

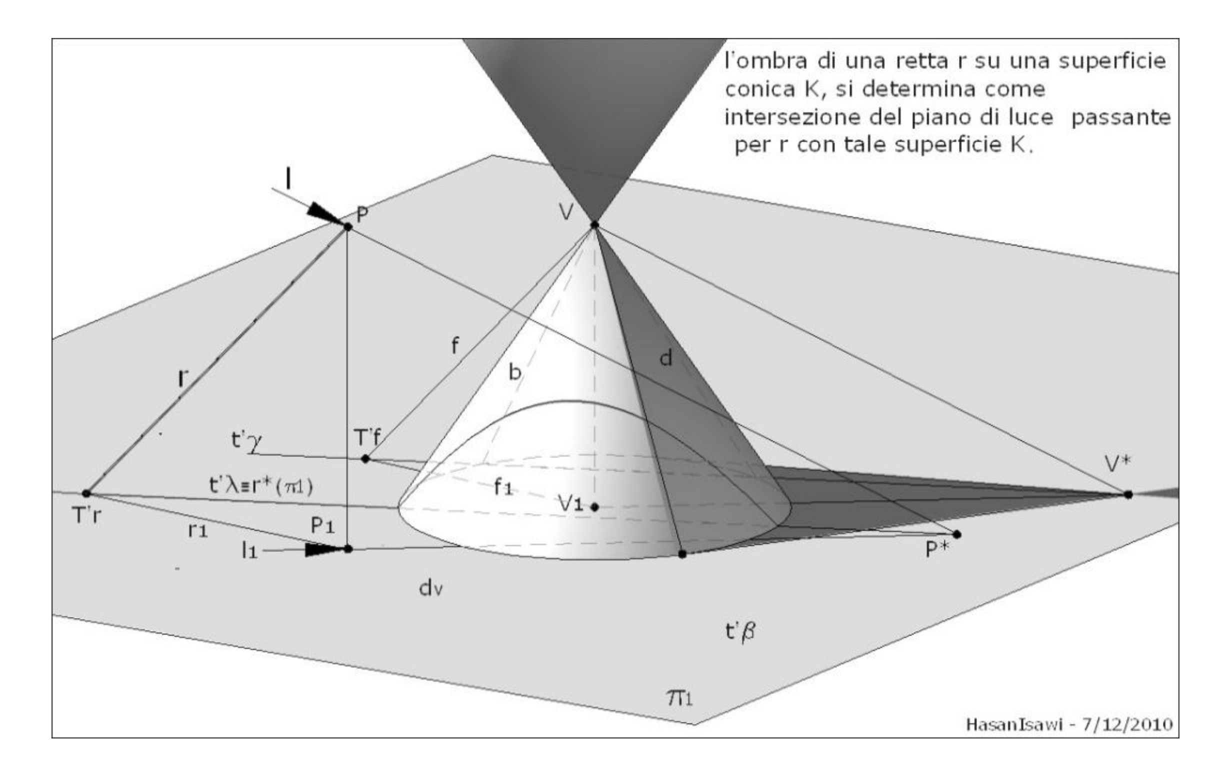
في هذه الحالة، كما في حالات القطع المخروطية الأخرى التي واجهناها سابقاً ، يتم الحصول على مقطع مخروطي كظل لخط على مخروط. ظل الخط يكون قطع زائد إذا كان الخط موازياً لمستوى مار بقمة المخروط وقاطعه وفقاً لراسمين .ينبغي معرفة أن الخطوط المقاربة (Asymptote) للقطع الزائد تكون موازية لتلك الرواسم .

### 4-8-3-1- مرحلة ما قبل النمذجة

مرحلة ما قبل النمذجة (أو الإنشاءات الهندسية التحضيرية)، تكمن في تحديد الحد الأدنى من العناصر اللازمة لإنشاء النماذج اللازمة (مخروط ومستوى ضوء) ومواضعهم المتبادلة (توازي، تقاطع ).

4-8-3-1-1- العناصر الهامة للمخروط الدائري

العناصر الرئيسية التي تسمح بتوليد المخروط الدائري تتكون من راسم السطح ومحور الدوران. اللذين يجب ان يكونان ضلعا مثلث قائم الزاوية من أجل توليد نموذج صلب للمخروط. وتجدر الإشارة إلى أن النمذجة الصلبة ، كما ذكر سابقاً، تتميز عن طرق النمذجة الأخرى (السلكية -Wireframe والسطحية -Mesh) باستحقاقات عديدة مثل القدرة على توليد مقاطع مستوية أو فراغية لمجسمات صلبة ، أو تجويفها بترك سمك معين بالجدار الخاص بها ، أو القدرة على توليد إسقاطات متعامدة لها على مستوى معين (solid profiles) .




شكل4/ 55: ظل خط مستقيم على مخروط كقطع زائد ناتج من تقاطع بين مستوى ضوء المار بالخط والمخروط. (الباحث)

4-8-3-1-2- تحديد مستوى الضوء

أسرع طريقة لتحديد مستوى $\lambda$ يقطع مخروط وفقاً لقطع زائد ، تكمن في استخدام مستوى مساعد $\gamma$ مار بقمة المخروط وقاطع المخروط وفقاً لراسمين، بهذه الطريقة ، أي مستوى $\lambda$ موازي للمستوى $\gamma$ يقطع المخروط وفقاً لقطع زائد. يمكن تنفيذ هذه العمليات التحضيرية في كل من الفراغ والمستوى بواسطة إسقاطات منفردة أو بواسطة طريقة مونج الكلاسيكية .

ينبغي الأخذ في الاعتبار أن مستويين يوازيان بعضهما البعض إذا كان كل مستوى يحتوي على خطين موازيين للمستوى الآخر. وهذا يعتمد على مفهوم آخر وهو التوازي بين خط ومستوى، والذي بموجبه خط r يكون موازي لمستوى $\gamma$ عندما يكون موازي لخط على المستوى $\gamma$ . وبالإشارة إلى المثال المقترح، يتم أولاً تحديد المستوى $\gamma$ الذي يقطع المخروط وفقاً لراسمين ومن ثم من النقطة المعطية P يتم رسم خط r موازي لخط f ينتمي للمستوى $\gamma$ . تقنياً نشرع على النحو التالي :

- يتم قطع المخروط بمستوى $\gamma$ مار بقمة الرأس وقاطع المخروط وفقاً لراسمين b و d . تجدر الإشارة إلى أنه في هذه الطريقة قد حددنا بالفعل ميلان مستوى الضوء ، منذ أن المستويات $\gamma$ و $\lambda$ يجب أن تكون متوازية مع بعضها البعض كشرط لحل هذه المسألة .
- يتم اختيار خط f ينتمي إلى المستوى $\gamma$ ، ومن ثم نمرر بالنقطة P الخط r بحيث يكون موازي للخط f . تجدر الإشارة إلى أن الخطان يكونان متوازيان لبعضها البعض إذا كان لكل خط إسقاطين متوازيين بالتوالي لإسقاطي الخط الآخر. أي من النقطة P نمرر الخط r موازي للخط f ، ومن P1 نمرر r1 مواز للخط f1 .

– يتم إيجاد اتجاه شعاع ضوء كخط ينتمي إلى المستوى $\gamma$ ويمر برأس المخروط والذي يقطع مستوى القاعدة في النقطة $V^*$ . ينبغي الأخذ في الاعتبار أنه بمجرد تحديد المستوى $\lambda$ ، الذي يوازي الراسمان المنتميان للمستوى $\gamma$ ، اختيار أي شعاع ضوء l مار بالنقطة P ومنتمي ل $\lambda$ لا يغير القطع الزائد الناتج من تقاطع $\lambda$ والمخروط.

### *9-4 ظل شكل مستوي على سطح مستوي كتقاطع بين سطح الضوء والمستوي*

ظل شكل مستوي $\Delta$ على سطح مستوي $\alpha$ يمكن أن يفسر كتقاطع بين $\alpha$ وسطح ضوء K قاعدته ذلك الشكل $\Delta$ (شكل 54/4). على سبيل المثال ، يمكن تفسير ظل مثلث كتقاطع بين منشور ثلاثي (triangular prism) والمستوى المتلقي الظل؛ أو تفسير ظل دائرة كتقاطع بين أسطوانة ومستوى. في الأمثلة التالية سوف نعالج بعض الأمثلة للظلال كحالات تقاطع بين كيانات هندسية ، والتي الغرض منها، كما هو الحال في الأمثلة الأخرى لهذا البحث، هو استكشاف مواضيع الهندسة الوصفية والتأكيد على فائدة مفاهيمها المختلفة في ممارسة عقل الطالب–المعماري على التفكير في الفراغ ثلاثي الأبعاد بقواعد واضحة تسمح بتنفيذ العديد من الإنشاءات الهندسية الممكنة لتحقيق النتائج المرجوة.

في هذه الحالة ظل دائرة $\Delta$ على سطح مستوي $\pi1$ بقصد تنفيذ عملية النمذجة الصلبة، يمكن تحديد ظل $\Delta$ كتقاطع بين أسطوانة الضوء (التي قاعدته ا $\Delta$) مع المستوى $\pi1$ المتلقي الظل. لتحقيق هذه الغاية، ينبغي إنشاء النموذج الصلب للأسطوانة، ولهذا فهو ضروري تحديد مقطع عرضي قائم [12] لنفس الأسطوانة كما هو مشروح في الخطوات التالية :

– يتم تحديد شعاع الضوء C-C* كمحور للنموذج K ومن ثم يتم وضع مستوى الإنشاء xy بحيث يمر بنقطة من المحور C-C* ومتعامد على نفس المحور.
– يتم تحديد الخط u كمحور للتقابل (Affinity) بين المستوى $\beta$ للدائرة $\Delta$ مع المستوى $\alpha$ ( حيث ينتمي المقطع العرضي $\Delta r$) .
– يتم اختيار قطرين متزاوجين (١) من الدائرة $\Delta$ ومتعامدين مع بعضها البعض (على سبيل المثال 3–4، 5–6) ، وتحديد الخطوط ألمقابله (3r –4r ، 5r –6r) كأقطار متزاوجة للإهليج $\Delta r$.

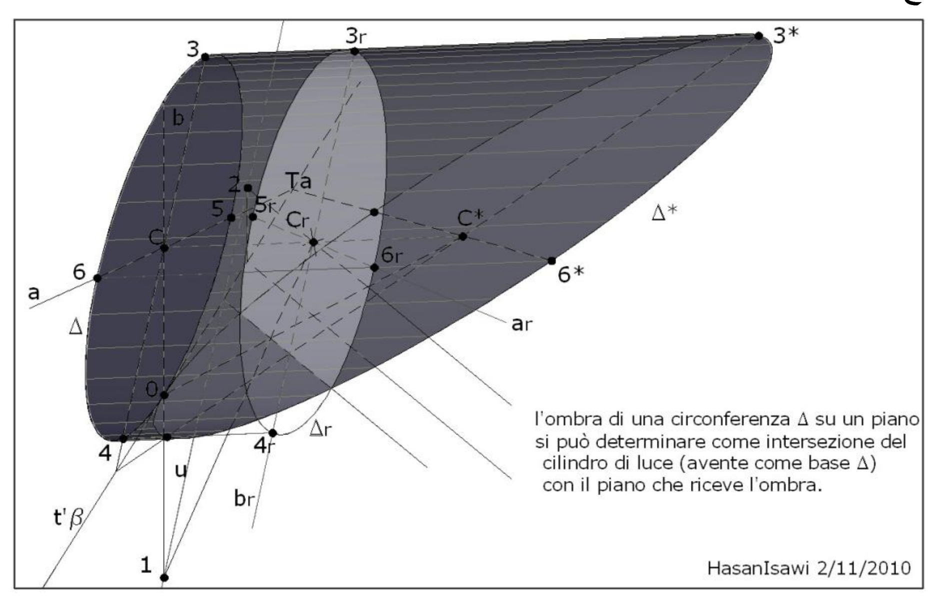
---

(1) قطرين متزاوجان, حيث يعرف دي مانليو 2003 (Manlio de domenico). دراسة عامة عن القطع المخروطية ( studio generale di una conica) . موارد تعليمية في موقع جامعة كاتانيا. حيث ينص ان قطرين متزاوجان ( Conjugate_Diameters) لمقطع مخروطي، إذا كل منهما منصف للأخر. على سبيل المثال ، في حالة الدائرة قطرين يكونا متزاوجان إذا كانا عموديين على بعضهما. ويقال وترين متزاوجان إذا كل وتر يحتوي قطب القطر الآخر، الخط القطبي للنقطة المشتركة للوترين، هو الخط الموصل القطبين. في حالة الأقطار المتزاوجة، النقطة المشتركة هي المركز الهندسي للقطع المخروطي. وإذا كانت هذه الأقطار تشكل بينهما 90 درجة، فهما بالتوالي المحور الأكبر والمحور الأصغر. كل قطرين متزاوجان لإهليج، يكونان متوازيان لمتوازي أضلاع محيط ( envelope) الإهليج. وجميع متوازيات الأضلاع (المحيطة بإهليج لها نفس المساحة. من الممكن إنشاء الإهليج من أي زوج من الأقطار المتزاوجة، أو من أي متوازي أضلاع محيط. على سبيل المثال ، Pappus Alexandria في كتابة الثامن يبين طريقة إنشاء الأقطار الرئيسية للقطع الناقص بمجرد وجود زوج من الأقطار المتزاوجة.

- بمجرد الانتهاء من تحديد الأقطار المتزاوجة للمقطع العرضي $\Delta r$ ، يمكن المضي قدما في تنفيذ الإنشاء الهندسي المفسر في الشكل 57/4 لإيجاد محاور الاهليج $\Delta r$.
- وبعد ذلك يتم بثق الاهليج $\Delta r$ ومن ثم قطع الأسطوانة الناتجة بالمستويين $\beta$ و $\pi 1$ . يمكن ملاحظة نتيجة القطع (في الشكل54/4) أن الظل $\Delta r$ ، للدائرة $\Delta$ ، يتطابق مع مقطع الأسطوانة بالمستوى $\pi 1$.

ظل دائرة $\Delta$ على مستوى $\pi 1$ يحدد كتقاطع بين أسطوانة مع المستوى المتلقي الظل $\pi 1$ . الدائرة $\Delta$ تمثل قاعدة الأسطوانة K و أشعة الضوء المارة بنقط $\Delta$ تمثل رواسم السطح K.

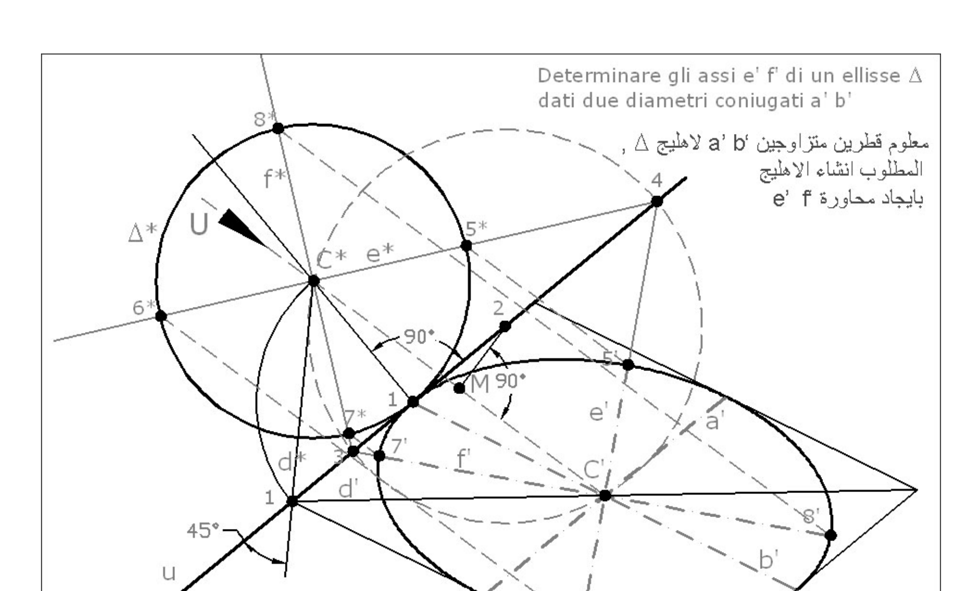
التقاطع $\Delta^*$ بين الأسطوانة K مع المستوى $\pi 1$ من المرجح أن يكون قطع ناقص (إهليج ). لتحديد محاور هذا الاهليج $\Delta$ ، ينبغي إيجاد قطرين متزاوجين للاهليج $\Delta$ . في الفقرة 4-10 هناك إجراء يسمح بإيجاد محاور الإهليج .




شكل56/4: ظل دائرة $\Delta$ على سطح مستوي $\pi 1$ . (الباحث)

طريقة أخرى لإيجاد الظل $\Delta$ * ، تكمن في الاستفادة من النمذجة الصلبة لإنشاء الأسطوانة ومن ثم قطعها بالمستوى متلقي الظل. نمذجة الأسطوانة، كما هو الحال في جميع الأسطح الإسقاطية بقمة لانهائية (مثل المنشور والأسطوانة)، تتطلب مقطع عرضي قائم (أي مقطع يحصل علية بمستوى عمودي على محور الأسطوانة) واتجاه البثق (أي اتجاه محور الأسطوانة ). في هذه الحالة ، لتحديد المقطع العرضي $\Delta r$ ، ينبغي إتباع الإجراء التالي: - تحديد شعاع الضوء C-C* المار بمركز الدائرة كمحور للأسطوانة ؛ - وضع مستوى الإنشاء xy بحيث يمر بنقطة من المحور C-C* ويكون عمودي على المحور نفسه ؛ - تحديد محور الإهليج $\Delta r$ ، بإتباع الإجراء السابق. وبمجرد الانتهاء من إنشاء الإهليج $\Delta r$، يتم تنفيذ عملية البثق باتجاه المحور. وأخيراً قطع الأسطوانة بالمستوى $\pi 1$، للحصول على ظل الدائرة $\Delta$ ، وهو المطلوب .

### 4-10 معلوم قطرين متزاوجين لإهليج ؛ المطلوب إنشاء هذا الإهليج بواسطة محاوره




شكل57/4: المطلوب إنشاء اهليج بواسطة محاوره، معلوم قطرين متزاوجين (Coniugate chords). (الباحث)

لنفترض أننا حددنا مسبقاً الأقطار المتزاوجة 'a' b لإهليج Δ* ونريد إنشاء هذا الإهليج عن طريق إيجاد محاوره .لحل المشكلة نعتبر أن الإهليج Δ' مسقط الدائرة Δ من مركز لانهائية وبذلك القطرين 'a' b هي مساقط لقطرين للدائرة Δ متعامدين على بعضهما. ووفقا لهذا الاعتبار يمكن استخدام التقابل الأفيني (تآلف بمركز لانهائي بين مسقط الدائرة Δ وانقلابها على نفس المستوى) وبمتابعة الشكل المرفق يمكن ملاحظة ما يلي:

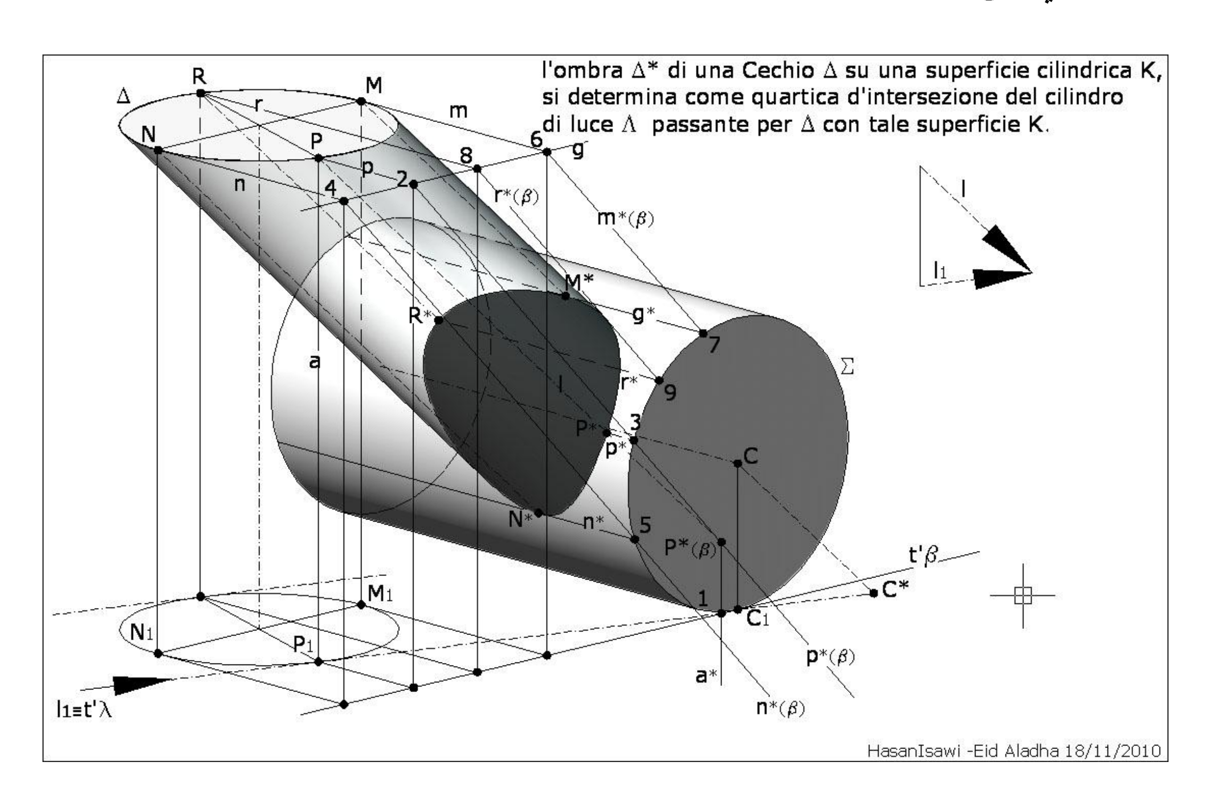
- محور التطبيق u يتطابق مع ضلع من أضلاع متوازي الأضلاع المحيط للإهليج Δ'. وبهذه الطريقة يمكن تخيل أن الأقطار a b في الفراغ هما ، بالتوالي ، القطر a موازي لمحور التطبيق u والقطر b عمودي على نفس u . لذلك التطبيق *b للقطر b ، هو عمودي على المحور u ويمر بالنقطة 1 (نقطة تقاطع b مع المحور). والتطبيق *d (قطر المربع المحيط للدائرة Δ) يمر بالنقطة 1 (نقطة التقاء المحور u مع المسقط 'd للقطرd) ويشكل زاوية 45 درجة مع المحور u . النقطة *C ، التقاء التطبيقين *d e b ، تمثل انقلاب مركز الدائرة Δ . الخط الواصل النقطتين 'C* C (بالتوالي انقلاب مركز الدائرة Δ وإسقاط نفس المركز) يحدد اتجاه مركز التآلف U . في هذه الحالة اتجاه التآلف مائل بالنسبة للمحور u (بين الإسقاط Δ' والتطبيق Δ* للدائرة Δ ). يعتبر المستقيم C*-C وتر لدائرة مساعدة التي مركزها يقع في النقطة 2 (نقطة تقاطع u مع منصف المستقيم C*-C) ونصف قطرها يساوي المستقيم 2-C* (أو 2-C'). محيط الدائرة المساعدة يمر بالمراكز *C و 'C ويتقاطع مع المحور u في النقاط 3 و 4. ووفقاً للخاصية الهندسية للدائرة ، بوصل النقاط 3 و 4 ( التي تنتمي إلى قطر الدائرة المساعدة) مع المراكز ' 'C* e C (التي تنتمي إلى محيط الدائرة المساعدة) ، نحصل على

زوجين من الخطوط *e ، *f و'e ، 'f التي تشكل فيما بينها، اثنين اثنين، زوايا قائمة فيما بينها .
وبالتالي فقد حصلنا على المحاور المطلوبة' e ، 'f للإهليج 'Δ .

وبما أن النقاط المتقابلة (مثل 8 * و 8 ') تنتمي إلى خطوط متقابلة (*f و 'f) وتصطف باتجاه مركز التقابل U ، فان الأطراف '5، '6، 7 ' و '8 للمحاور 'e ، 'f تحدد كتقاطع بين المحاور 'e ، 'f مع الخطوط المتوازية لاتجاه U والمارة بالنقاط *5، *6، *7 و *8.

## 4-11- ظل منحنى على سطح منحني كتربيعي ناتج من تقاطع أسطح منحنية.

ظل قطع مخروطي على سطح منحن يمكن أن يحدد كتقاطع بين أسطح ثنائية ( quadrics) . على سبيل المثال ، يمكن تحديد ظل دائرة على أسطوانة كتقاطع بين أسطوانتين ، واحدة منهما تتكون من أشعة الضوء التي تمر بنقاط تلك الدائرة. كما نوقش في الفقرة المتعلقة بالتقاطع بين السطوح الثنائية ، تم تحديد التقاطع بين الأسطوانتين من خلال استخدام مستويات مساعدة موازية لمحاور الأسطوانات. عملياً (شكل58/4)، وبما أن محاور الأسطوانتين المعنيتين متخالفة (skew lines) ، نأخذ نقطة من محور ونمرر به خط مواز للمحور الآخر ، وبذلك لدينا خطين متقاطعين يحددان مستوى. فعندما نقول مستويات بنفس الميلان يعني أنها موازية لبعضها البعض ، وعندما نقول أنها موازية لمحاور الأسطوانتين يعني أن كل مستوى يحتوي على خطين موازيين لتلك المحاور.




شكل58/4: ظل دائرة على أسطوانة كتقاطع بين أسطوانتين. (الباحث)

كل مستوى مساعد يقطع كل أسطوانة منهما وفقاً لخطين، نقاط التقاطع بين الخطوط يمكن أن تشكل منحنى تربيعي ثلاثي الأبعاد (Quartic) [2]. كتقاطع بين أسطح ثنائية ( Quadrics). على سبيل المثال (الشكل 58/4) يمكن تحديد النقاط الهامة للرباعي، مثل نقطة الحد الأقصى *M والحد الأدنى *N للرباعي، والنقاط *P و *R لأقصى عرض لنفس الرباعي، من خلال إنشاءات الهندسة الوصفية التي هي ضرورية خصوصاً في الحالات التي يتم إنشاء مثل هذا الرباعي تلقائياً بواسطة الحاسوب. خلاف لذلك، وبالأخص لأولئك الذين ليس لديهم خلفية نظرية بعلم الهندسة الوصفية، سيكون هناك العديد من المحاولات للوصول إلى نتائج تقريبية في العثور على نقاط هامة لرباعي تقاطع بين أسطح ثنائية. وهذه لا يمكن أن تعتبر طرق علمية ولا عملية يمكن الاعتماد عليها للتحكم في الفراغ الهندسي.

على سبيل المثال ، للحصول على ظل *P للنقطة P ، واحدة من نقطتين أقصى عرض لمنحنى التقاطع الرباعي، ينبغي المضي قدماً كما يلي :

- نمرر بالنقطة P خط p موازي لمحور الأسطوانة الأفقية K التي تتلقى الظل. في هذه الطريقة، الظل *P على سطح K سيكون مواز لنفس المحور .
- نحدد نقطة التقاطع 2 بين الخط p والمستوى الرأسي β للقاعدة Σ (واحدة من قاعدتين الأسطوانة K ) النقطة 2 تمثل ظل نقطة للخط p على المستوى β. نحدد ظل (β)*P نقطة ثانية للخط p على β كتقاطع بين شعاع الضوء l المار بالنقط P والمستوى β . عملياً نمرر بالنقطة P شعاع الضوء l . وبهذا الشعاع نمرر مستوى رأسي λ ، بحيث أثرة الأفقي يتطابق مع الإسقاط الأفقي l1 للشعاع l . نحدد خط التقاطع *a بين المستويات λ و β، وهكذا نعثر على الظل (β)*p كتقاطع بين خط التقاطع *a والشعاع l .
- بتوصيل النقطة (β)*p مع النقطة 2 نحصل عل الظل (β)*p للخط p على المستوى β .
- نعثر على النقطة 3 كتقاطع بين الظل (β)*p للخط p والقاعدة Σ للأسطوانة الأفقية K . النقطة 3 تمثل ظل نقطة للخط p على سطح الأسطوانة K . ومنذ أن p موازي لمحور K ، فمن النقطة ، نرسم الظل *p موازي لهذا المحور .

وأخيراً نعثر على الظل *P للنقطة P على سطح K ، كتقاطع بين شعاع الضوء المار بالنقطة P والظل *p للخط p على نفس السطح.

وبالمثل ، يتم تحديد النقاط الهامة الأخرى *N*، M*، R ، للمنحنى التربيعي كظلال للنقاط N ، M، R المنتمية إلى الدائرة Δ. عمليات الرسم في هذه الحالات عادة ما تكون أسرع لان الخطوط (g r n p) متوازية بين بعضها. وهذا يعني ان ظل هذه الخطوط على المستوى β ستكون متوازية بينها. عملياً نرسم الخطوط r، m، n الموازية لمحور الأسطوانة والمارة بالنقاط N،R، M، للدائرة Δ. حيث هذه الخطوط تقابل المستوى β في النقاط 6،8،4، نرسم الظلال (β)*m*(β)، r*(β) ، n بشكل موازي للظل *p للخط p الذي وجدناه سابقاً. من نقاط 7، 9، 4 تقابل القاعدة Σ مع هذه الظلال نرسم خطوط موازية لمحور الأسطوانة المتلقية، وهكذا نجد نقاط الظل *N*، R*، M ، على سطح الأسطوانة كتقاطع بين الظلال *r*، m* ، n والأشعة المارة بالنقاط N، R،M . نقطة الظل *M تمثل نقطة أقصى ارتفاع للمنحنى الرباعي والتي تنتمي إلى واحد من المستويين الماسين للدائرة Δ ،المستوى الآخر يحتوي على نقطة أدنى ارتفاع للرباعي . نقاط الظل الأخرى التي تمثل أقصى عرض للرباعي ، تنتمي إلى مستويين راسمين ماسين للدائرة Δ .

### 4-12 نتائج

قد يكون على حق، جزئياً ، من يقول أن إنشاء ظلال النماذج الافتراضية يتم تلقائياً ، وأنه يكفي معرفة القليل من تقنيات الهندسة الوصفية للحصول على نتائج إظهار مقنعة. ولكن يجب أن يكون لدينا رؤية أوسع للاقتناع بحقائق أخرى. ينبغي أن نتذكر دائماً الغرض الرئيسي من تدريس الهندسة الوصفية ، متجاوزين تلك التقنيات الهادفة إلى حل مشكلة هندسية معينة، ألا وهو تمرين العقل على إدراك الفراغ والسيطرة بشكل دقيق على أشكاله الممكنة وأساليب إظهاره المختلفة. وبما أن فكرة التصميم تنبع في المقام الأول من خبرة وتجربة العقل، فإن تدريس الهندسة الوصفية يجد ما يبرره إذا كان الهدف هو تدريب هذا العقل على التفكير في كيفية عرض فكرة تصميمية معينة والتحقق من ميزاتها الهندسية والإدراكية. وعلاوة على ذلك ، وبالاتفاق مع من يقول أن الصورة تساوي ألف كلمة، أود أن أؤكد على أن إنشاء تلك الصورة كان قد مر بمراحل من التفكير والمناقشة مليئة بآلاف من الكلمات. وبهذا أريد أن أقول أن هناك حاجة ماسة إلى معرفة اللغة الخاصة بالهندسة الوصفية لتنظيم ومناقشة العديد من الشكوك التي عادة ما تتشكل عند إنشاء وإظهار الأشكال الهندسية المختلفة وتكويناتها اللانهائية .

ولكي أكون أكثر قناعة ، على الأقل بالنسبة لأولئك المشككين بفائدة الهندسة الوصفية، أود التأكيد أن مفاهيم ونهج الهندسة الوصفية ، تسمح من الناحية التقنية بتنفيذ الإنشاءات الهندسية المختلفة في مراحل إعداد عمليات توليد النماذج ثلاثية الأبعاد ومن ثم في تعيين أساليب الإظهار المناسبة لها.

والآن بعد أن جربنا التطبيقات الحاسوبية لبعض مفاهيم الهندسة الوصفية ، يمكن أن نتوقف قليلاً لنسأل ما هي الاستنتاجات التي وصلنا إليها حتى الآن. وبالإشارة إلى الطرق الحالية المختلفة (التقليدية والحديثة) في تدريس علم الرسم يمكن التأكيد على أهمية مفاهيم الهندسة الوصفية في كل مرحلة من مراحل الرسم، بدءاً من ممارسة العقل على تصور مواضع العناصر المتبادلة في حالة مكانية معينة، مروراً بمرحلة ما قبل النمذجة ووصولاً إلى مرحلة تحليل المفاهيم والتقنيات والتحقق من النتائج التي تم الحصول عليها في مرحلة التوليد التلقائي للنماذج. وهذه الدورة كما هو معروف في التصميم المعماري غالباً ما تبدأ من جديد .

لاحظنا بشكل عام وجود ثلاث مراحل، وهي :

- مرحلة ما قبل النمذجة (premodeling) ، تدل على الإنشاءات الثنائية أو الثلاثية الأبعاد الهادفة إلى إعداد الحد الأدنى المطلوب من العناصر اللازمة للتوليد التلقائي للنماذج وطرق إظهارها المختلفة. على سبيل المثال، الإنشاءات الهندسية الرامية إلى تحديد مستوى مار بنقطة وموازي لخط معين ، أو تلك لإيجاد ميلان مستوى مار بنقطه وقاطع مخروط وفقاً لنوع معيين من القطع المخروطية. أو لتوفير المواضع المتبادلة لأسطح ثنائية (quadrics) لتوليد نوع معيين من المنحنيات الرباعية (Quartic) مثل المنحنى الوحيد (monogrammica)، الثنائي (digrammica)، نافذة فيفياني (Viviani's window).

- مرحلة النمذجة التلقائية، تدل على العمليات التي يتم إنشاؤها بواسطة الكمبيوتر وفقا للتعليمات الواردة في المرحلة الأولى ، أو التعليمات الأساسية ، التي تعطى بواسطة تحديد النقاط (بلوحة المفاتيح أو الماوس) ، والتي يجب ان يكررها الحاسوب عدة مرات للحصول على نوع معيين من الإظهار. على سبيل المثال ، توليد قطع مخروطي عن طريق تحديد ثلاث نقاط غير مصطفة على كيانات مرسومة لتحديد ميلان المستوى القاطع . توليد نوع من المنحنيات الرباعية (Quartics) كتقاطع بين أسطح ثنائية (Quadrics) حددت سابقاً مواضعها المتبادلة .
- مرحلة التحليل والتحقق من نتائج النمذجة التلقائية. تشير إلى الإنشاءات الهندسية الهادفة للتحقق من التطابق بين كل من النتائج المتوقعة والتلقائية . وتلك لاستخراج معلومات رسومية أو قياسية أخرى (نقاط هامة، مقاطع، أطوال، زوايا) لا يمكن توليدها تلقائياً . وتشير هذه المرحلة أيضاً إلى الإنشاءات التي تبرر وتوضح النتائج التي تم الحصول عليها تلقائياً .

مواجهة التطبيقات الحاسوبية للهندسة الوصفية، مثل نظرية الظلال، سمح لنا اختبار إمكانية دمج المفاهيم النظرية للهندسة الوصفية مع دقة وقدرة الأدوات الرقمية. الغرض هو الوصول إلى وضع طريقة جديدة لتعليم الهندسة الوصفية تأخذ في الاعتبار القواعد النظرية الضرورية للسيطرة على الفراغ الهندسي بكفاءة من خلال تطبيقاتها الحاسوبية..

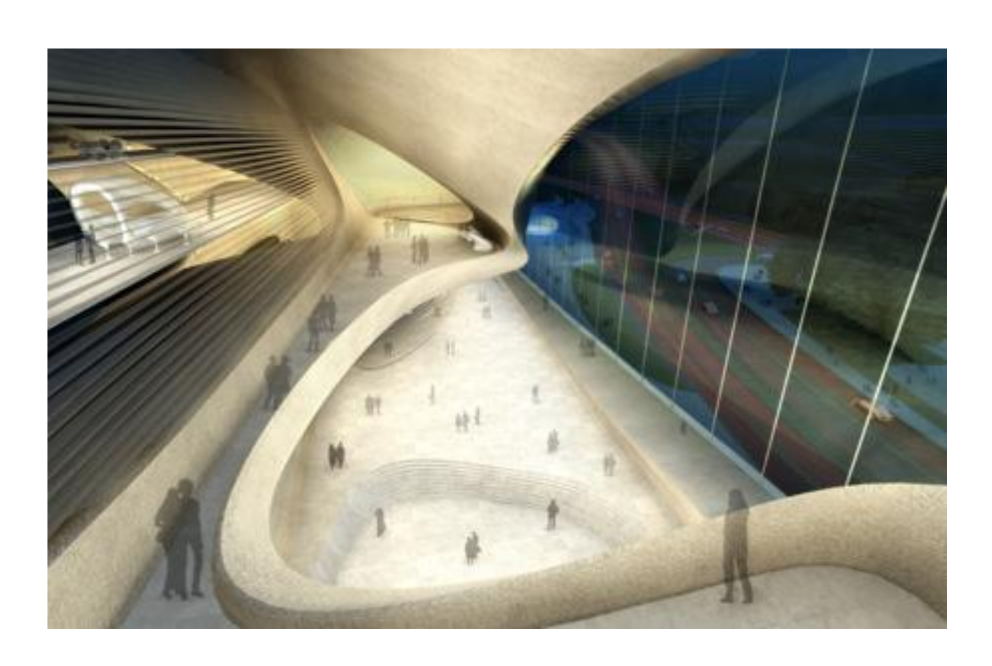
## الفصل الخامس: الهندسة الوصفية كممارسة تجريدية في التصميم

### *تحديد الكرات الماسة لأربعة كرات معلومة*

ملخص: الجهد الذي يتطلبه تعلم تقنية استخدام لوحة مفاتيح الكومبيوتر جعلنا نعتقد أن الهندسة الوصفية قد عفا عليها الزمن ومصيرها أن تنتهي بين كتب التاريخ. في هذا الصدد من بين البحوث العديدة الهامة الجارية في عدة بلدان، هذا البحث يريد المساهمة في إثبات عكس ذلك، ليس فقط لأن تقنيات الرسم الحر ستبقى دائما الطريقة الأسرع لتسجيل الأفكار والملاحظات، بل والأهم الحاجة لدور الهندسة الوصفية الضروري في تدريس قواعد الفراغ بالاستفادة من دقة أدوات الرسم الرقمية وخصوصاً فيما تتيحه من إمكانيات إرشادية وتجريبية وتعليمية. لمراعاة هذه الاعتبارات، هذا البحث يواجه العديد من الأمثلة لإثبات هذه الفرضية. بالتحديد هذا الفصل يواجه واحد من الأمثلة الأكثر قناعة من وجهة نظر مفاهيمية وتطبيقية، والتي كانت ممكنة باستخدام الفراغ الافتراضي المتوفر في معظم برمجيات الحاسوب الرسومية.

### *5-1- مقدمة*

الهندسة الوصفية تستخدم اللغة البصرية ولذلك فهي الأداة الرئيسية لمشاريع العمارة والتصميم الصناعي. (Milgiari 2009) من خلال ممارسة الهندسة الوصفية طالب "العمارة يكتسب القدرة على تخيل ومعرفة كيف يمكن أن يكون كيان هندسي قبل أن يصبح حقيقة. وبالتالي التصميم أساساً هو عملية فكرية وممارسة ديناميكية تميل إلى تغيير واقع الأمور بحقائق جديدة. أي تكمن في عملية التدخل بكفاءة في إدارة الفكر_ بهدف تغيير الواقع وإدراك المستقبل.



شكل59/5: دارة الملك عبد الله الثاني للثقافة والفنون. المعماري: زها حديد. فبراير 2010. (Dezeen magazine's Design2010)

في هذا الصدد فإن "الهندسة الوصفية" كأداة اتصال بصرية، تحتل أهمية إذا لم تكن فقط وسيلة لتعليم كيفية إنشاء الرسومات، بل قادرة على أن تكون وسيلة للتنبؤ والتعبير عن فكرة لحالة فراغية معينة.

إعداد مشروع معماري، الذي هو أساساً عملية تفكيرية، بحاجة إلى تحقيقات مستمرة خلال مراحل تطوره وفي تعريفها النهائي. في هذا الصدد ، أود أن أذكر أولئك الطلاب الذين لأسباب تعود إلى قصور "وصفي" وجدوا صعوبة في إيجاد اللغة المرئية الصحيحة لبث أفكارهم التصميمية . وكما أكد ماريو بوتا (Mario Botta) : "العمارة ليست إلا نشاط نظري تجريدي لبث مخيلة المعماري في واقع جغرافي تاريخي واقتصادي، العمارة هي القدرة على تحويل الحلم إلى واقع. (Archimagazine 2004)

الإظهار الهندسي ليس فقط مجموعة من الإنشاءات الهندسية التي هدفها الوصول إلى حل مسألة هندسية معينة، بل هي عملية تحول، إلى شكل أيقوني، لفكرة وتأمل متواصل للتغلب على مشكلة وأوجهها المتعددة. ولذلك فالطالب المعماري يحتاج إلى معرفة المبادئ والقوانين والقواعد والرموز لتحقيق بشكل صحيح وبإخلاص عملية التحول وفي كلا الاتجاهين (القراءة والكتابة).

ولأن الهندسة الوصفية تستخدم غالباً اللغة المحكية لوصف العناصر الهندسية المكونة حالة فراغية معينة، فإنها تصبح حلقة الوصل في عملية التصميم بين الإبداعية (العملية الفكرية) والتطبيق العملي لعمليات الإسقاط والرسم والتحقق (حدث التخطيط التصوري–Event design planning). ولهذا فهي توفر للمصمم وسيلة بحث وتحقق وتعبير إبداعي، وأسلوب دقيق وصارم للإظهار والتواصل.

خاصية الهندسة الوصفية الديناميكية كحلقة وصل بين الخيال والواقع تجعلها تدعم وترافق كل عمليات الرسم في المراحل المختلفة سواء التحليلية (اسكتشات، إسقاطات أفقية ورأسية، مقاطع طولية وعرضية، وتفاصيل) أو التركيبية (خطط حجميه ، مقاطع أكسنومترية – cutaway axonometric view ومنظورات). وحيث أن التصميم بصفة عامة ، والعمارة على وجه الخصوص ، تعتبر عملية إظهار لعملية فكرية يتم من خلالها إعداد وتحليل مسألة معينة ينبغي الإجابة عليها، فهي تربط الواقع والخيال باستخدام لغة واحدة.

## 5-1-1- الهندسة الوصفية كممارسة تجريدية في التصميم

الهندسة الوصفية ، كانت الأداة الرئيسية للإظهار ثلاثي الأبعاد للمشاريع المعمارية حتى أواخر الثمانينات، عندما الكاد (CAD) كان يسمح فقط بالرسم ثنائي الأبعاد. (Migliari 2008)

الآن بعد عقدين من ظهور برمجيات قادرة على إدارة وعرض الفراغ الافتراضي، يمكن تقدير الأهمية التاريخية لهذا الحدث الذي أعطى للمعماريين إمكانية الرسم في الفراغ ثلاثي الأبعاد وإظهار مشاريعهم بطريقة تلقائية .

كل هذا معروف لدى جميع المختصين، أما الجانب الأقل شهرة في هذه الثورة الرقمية، والذي أود التركيز عليه في هذا الفصل يتعلق بالقدرة الإرشادية والتجريبية للهندسة الوصفية.

## 5-1-2- القدرة الإرشادية والتجريبية للهندسة الوصفية

الإجراءات الهادفة لحل مشكلة هندسية في الفراغ ، لمراقبة تطور وتحديد مشروع معماري عن كثب. الهندسة الوصفية، على وجه الخصوص، لديها قدرة إرشادية وتجريبية، والتي أهملت على مدى السنوات العشرين الماضية، ربما بسبب أزمة علاقة تنافسية مع تقنيات الإظهار الرقمية. ومع ذلك في الآونة الأخيرة، تحولت هذه العلاقة إلى تكامل بين الأساليب الوصفية والرسومات الرقمية. التي، من جهة، أعطت مجدداً كرامة التاريخ إلى الكاد (CAD) ، ومن جهة أخرى عمقت نظريات وتطبيقات الهندسة الوصفية . في ضوء هذه التطورات يمكن استرداد، ثروة من المعرفة والاعتبارات التي سلمها لنا تاريخ الهندسة وذلك للبحث والتدريس. في هذا البحث هناك العديد من الأمثلة لهذا المسار الجديد في حل مسائل الهندسة الوصفية المختلفة .

لمدة قرنين من الزمن استخدمت الهندسة الوصفية في دورين أساسين : التدريب على تخيل الفراغ، وإنتاج الإظهارات الهندسية المختلفة، أي إنتاج رسومات مرمزة قادرة على إعطاء شكل ثلاثي أبعاد للنماذج

الاولية وللتنفيذ المعماري الفعلي. ولعل هذه الممارسة حجبت لمدة طويلة أهم قضايا الهندسة الوصفية، والتي عرفها مونج بالاستخدام الإرشادي والتجريبي (heuristic and experimental) .

المصطلح إرشادي يعني استخدام الإظهار كوسيلة من وسائل البحث والاكتشاف ، أما المصطلح تجريبي فهو استخدام الإظهار كأداة للتحقق (Monge 1798) . من يمارس عملية التصميم يعرف جيداً أن إظهار شكل ما هي وسيلة للتحقق من فكرة التصميم وبالتالي فهو استخدام تجريبي، ويعرف أيضاً أن اكتشاف الأفكار الجديدة للتغيير والوصول بها إلى الكمال هو استخدام استدلالي. هذا الاستخدام للهندسة الوصفية هو أساس ممارسة البحث العلمي. على سبيل المثال اكتشاف مقاطع طارة دورانية ( Torus) من قبل إيفون فيلارسيو (١)، وبحث لويس غوتييه (Louis_Gaultier) حول معالجة مشكلة أبولونيوس في الفراغ ثلاثي الأبعاد(Gaultier 1812). هنا يكمن السبب الأول للتأكيد أن التصميم والتحقق الهندسي الوصفي هما وجهان لعملة واحدة ولهذا السبب يمكن اعتبار التحقق الهندسي ممارسة تجريدية لعملية التصميم .

ولكن قبل مواجهة هذا الموضوع، يجب أن نعود إلى حدث ظهور أدوات الرسم الرقمية، إلى الطرق التلقائية لإنتاج الرسم التقليدي ، مثل الإسقاطات الأفقية والرأسية (المخطط والواجهة)، إلى استخدام أشكال ثلاثية الأبعاد مسبقة النمذجة، بدءاً من المجسمات البدائية البسيطة ( Primitives) (Wilson 2001 ) إلى الكيانات البارامترية (Parametric models) المعقدة. (Autodesk 2010)

وأخيراً وليس آخراً ، فإن الجهد الذي يتطلبه تعلم تقنية استخدام الحاسوب جعلنا نعتقد أن الهندسة الوصفية قد عفا عليها الزمن ومصيرها أن تنتهي في كتب التاريخ. في هذا الصدد من بين البحوث العديدة الهامة الجارية في عدة بلدان، هذا البحث يريد المساهمة في إثبات عكس ذلك، ليس لأن تقنيات الرسم الحر ستبقى دائماً الطريقة الأسرع لتسجيل الأفكار والملاحظات، بل والأهم الحاجة لدور الهندسة الوصفية الضروري في تدريس قواعد الفراغ بالاستفادة من دقة أدوات الرسم الرقمية وخصوصاً فيما تتيحه من إمكانيات إرشادية وتجريبية وتعليمية. لمراعاة هذه الاعتبارات، في هذا البحث هناك أمثلة كثيرة لإثبات هذه الفرضية، في الفقرة التالية سوف نواجه واحد من الأمثلة الأكثر قناعة من وجهة نظر مفاهيمية وتطبيقية، والتي كان من الممكن تنفيذها لإمكانية توفر استخدام الفراغ الافتراضي للبرمجية أوتوكاد.

### *2-5 تحديد الكرات الماسة لأربعة كرات معلومة*

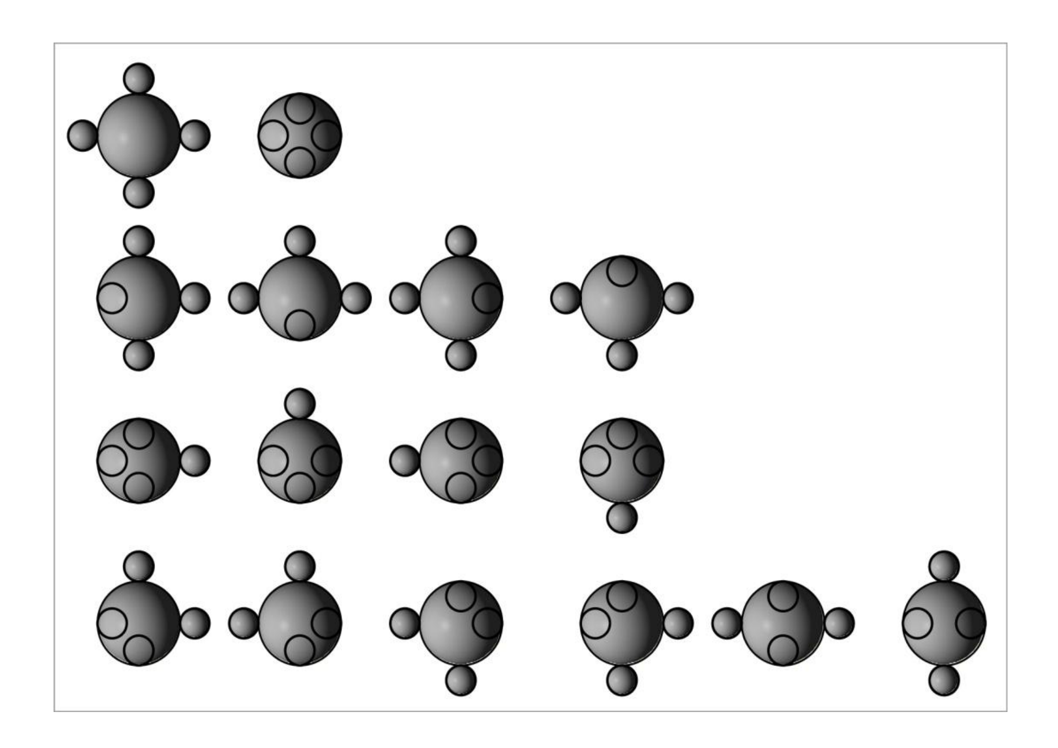
أعطيت في الفراغ أربعة كرات منفصلة عن بعضها البعض ، يراد تحديد الكرات الماسة لجميع الكرات الأربعة المعطية .

---

[1] .1 ڤيلارسيو 1813 -- 1883 (Yvon Villarceau) كان عالم فلك فرنسي ورياضيات ، ومكتشف دائرتي فيلارسيو (بالإنجليزية: Villarceau circles) هي زوج من الدوائر تنتج عن قطع سطح حلقي (Torus) بمستوي مائل بزاوية معينة بالنسبة لمحور الدوران . هناك أربع دوائر يحصل عليها كمقاطع لذلك السطح: الأول بمستوى عمودي على محور الدوران a والثانية بمستوى مار بالمحور a والدائرتين الباقيتين هما دائرتي فيلارسيو. في هذا الصدد يمكن الاطلاع على كتاب لوريا (1921)، " History of Descriptive Geometry from Origins up to our Times" ، دار النشر (hoelpi)، ميلانو، 1921، ص. 251 . (Hirsch 2002)

هذه المسألة هي امتداد لمسألة أبولونيوس في الفراغ ( Apollonius of Perga ca. 262 BC – ca. 190 BC) . مسألة أبولونيوس تنص على إيجاد دائرة ماسة لثلاثة كيانات مختارة من بين خطوط ونقاط ودوائر، والتي تسمح بعشرة توافقيات *(combinations)* . في الفراغ المسألة تنص على إيجاد كرة ماسة أربعة كيانات مختارة من بين نقاط، مستويات وكرات، والتي تسمح بستة عشر توافقية، من بينها المثال المقترح وهو بالتأكيد الأكثر تعقيداً .

في هذا المثال، يمكن مقارنة كل من التحقق الهندسي والتصميم : لأن مواجهة هذه المسألة (مثل أي مسألة أخرى مماثلة) تعني تخيل الأشكال والعمليات التي قد تؤدي بنا إلى الحل، وهذا هو التصميم. ويعني أيضاً ، عما إذا كانت الأشكال والعمليات التي تصورناها قادرة على إنتاج النتيجة المرجوة ، وهذه هي التجربة. ويعني أيضاً أنه خلال عمليات التخمين والتحقق من علاقات لم تكن في الحسبان في البداية، وهذا هو الاكتشاف. فما هو الإظهار الرقمي بالنسبة للهندسة الوصفية؟ ليس إلا أداة جديدة تنحدر من أسلوبين جديدين، وهما الإظهار الرياضي الذي يعتمد على معادلات نوربس (NURBS) ، والإظهار العددي أو متعدد الأضلاع ( Mesh) [1]. ولكن المحتوى الأصلي للهندسة الوصفية ، أي الإنشاءات الهندسية، فقد بقيت نفسها، والتي ينبغي، تجديدها وجعلها أكثر عمومية، وبالتالي أكثر فعالية بفضل دقة أدوات الرسم الرقمية .



شكل60/5: أنماط لستة عشر احتمال لكرات ماسة أربعة كرات معطية. (الباحث)

[1] (1): يتم تعريف متعدد السطوح كالسطح المكون من مضلعات مستوية ، والتي غالبا ما تستخدم لتمثيل الأشكال ذات الأسطح المستمرة. في الواقع كل شكل يمكن تمثيله بواسطة عملية تقريب لمتعدد السطوح. النماذج الرقمية غالبا ما تكون مبنية باستخدام الإظهار العددي أو متعدد الأضلاع الذي يمثل الاستمرارية الهندسية بواسطة أسطح متعددة الأضلاع، والتي عادة ما تكون مكونة من شبكة من المثلثات وتدعى ميش (Mesh). عندما يتم تصيير (rendering) هذه الأسطح تبدو وكان لها خاصية الاستمرارية وبذلك تسمح فقط برقابة شكلية وليس قياسية (أو مترية) بسبب عملية التقريب المستخدمة في التصيير. (Capon (2010)

لاستئناف المثال المقترح نقول أن الطريقة الأسهل لإنشاء كرة K ماسة أربعة كرات أخرى، تكمن في الاعتماد على وجهة نظر بسيطة وهي أن الكرة المطلوبة K لحل هذه المسألة (أو الكرات ما إذا كانت هناك أكثر من حل) سوف يكون مركزها على نفس البعد بالنسبة لأسطح الكرات المعطية. وهذا يعني أن الخطوط المارة بمركز K وبمراكز الكرات المعطية، تقطع أسطح الكرات المعطية في نقاط متساوية البعد عن مركز K

وفي ضوء حقيقة أن لدينا أربع كرات معلومة، فتعين علينا استخدام أربع مستويات كل منها يمر بمراكز ثلاثة من الكرات الأربعة المعطية. ولذلك فمجموع عدد مراحل العمل لحل هذه المسألة ستكون أربعة، في كل مرحلة منها سنأخذ في الاعتبار ثلاثة من الكرات الأربعة المعطية.

ويمكن تلخيص هذه المراحل على النحو التالي :

• تحديد الأسطح التي تشكل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة كل كرتين AB من الكرات الأربعة المعلومة ABCD.

• ثم الشروع في تحديد منحنيات التقاطع بين تلك الأسطح لثلاثة من الكرات المعطية ABC للحصول على منحنيات كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة نفس الكرات ABC.

• في نهاية المطاف، إيجاد نقاط التقاطع بين هذه المنحنيات كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة جميع الكرات الأربعة المعلومة ABCD.

### 5-2-1 وصف مواقع الكرات الأربعة المعطية

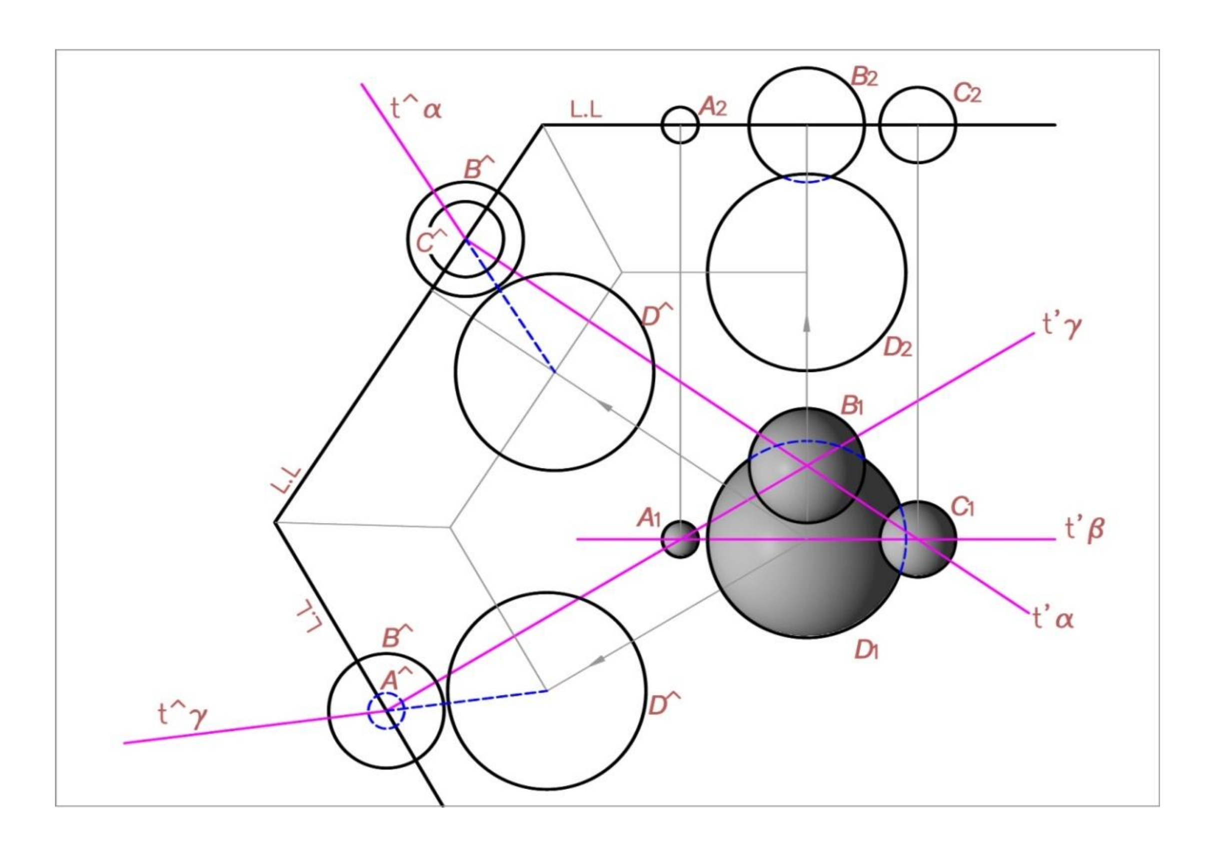
عينت أربعة كرات *A*، *B*، *C*، *D* (الشكل 61/5 ) بحيث تكون مراكز ثلاثة كرات *A*،*B*،*C* منتمية إلى مستوى الإسقاط الافقي $\pi 1$، ومركز الكرة الرابعة *D* بارتفاع سلبي وينتمي إلى مستوى رأسي أمامي مار أيضا بمراكز الكرتين *A*،*C* . وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي ملاحظة أن مركز الكرة *D* ينتمي إلى مستوى رأسي جانبي مار بمركز *B*.

وفقاً لما عين أعلاه ، وباعتبار أن ثلاث نقط تحدد مستوى واحد فقط، فمنهج العمل يكمن في تقسيم الكرات المعطية إلى أربعة مجموعات (شكل 61/5). كل مجموعة منها تحتوي على ثلاث كرات. هذه المجموعات ستكون مقسمة بالترتيب على النحو التالي :

1. ABC
2. ABD
3. ACD
4. BCD

في الفقرات التالية سنناقش كيفية تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة واحدة من المجموعات كما هي مقسمة أعلاه، ثم المضي قدماً بطريقة مماثلة في تحديد المحل الهندسي لكل مجموعة من المجموعات المتبقية .وأخيراً سوف نسعى إلى تحديد الكيانات المشتركة بين جميع هذه المحلات الهندسية لإيجاد مراكز الكرات الماسة جميع الكرات الأربعة المعطية.

المجموعة التي سيتم تناولها في ما يلي تتشكل من الكرات الثلاثة ABC.




شكل61/5: الإسقاطات المتعامدة للكرات الأربعة المعطية. (الباحث)

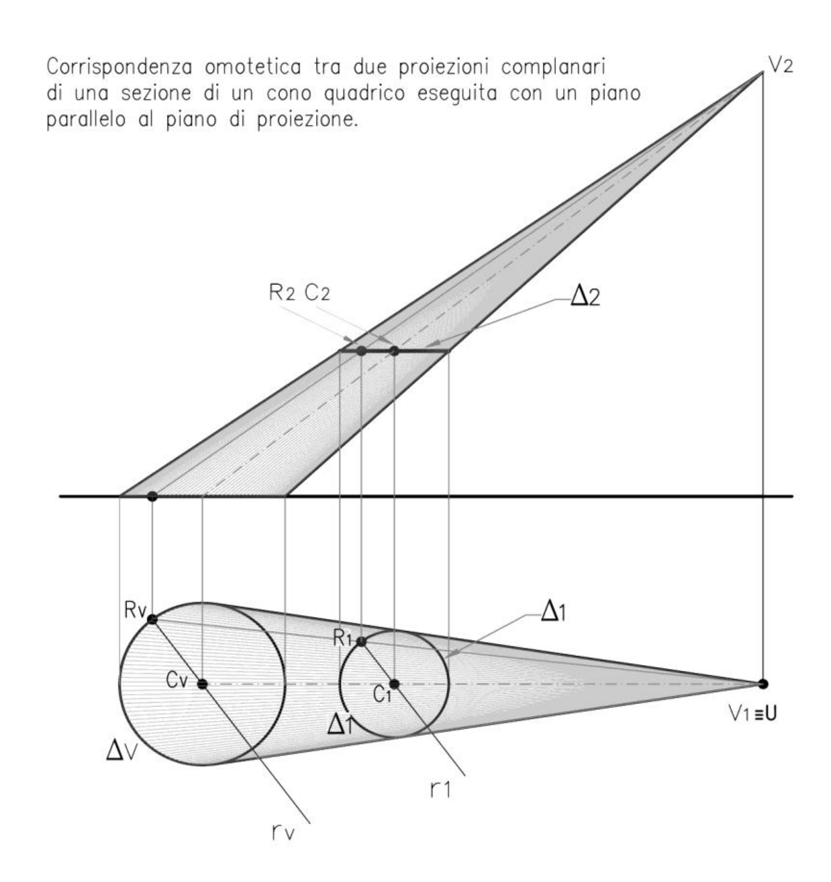
### 5-2-1- تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة لثلاثة كرات معطية ABC

بهدف تحويل هذه المسألة الفراغية إلى مسألة ثنائية الأبعاد نقطع الكرات الثلاثة، $C$، $B$، $A$ بمستوى الإسقاط الأفقي $\pi_1$ ، ونتيجة لذلك نحصل على ثلاث دوائر. لمزيد من التبسيط، نأخذ اثنتين من هذه الدوائر بهدف إيجاد علاقة تقابلية ( bijection) تسمح لنا بتحديد المحل الهندسي ( locus) لمراكز الدوائر الماسة لهما.

#### 5-2-1-1- المحل الهندسي لمراكز الدوائر الماسة لدائرتين معلومتين

الفرضية الأولى (شكل 62/5) يمكن أن تصاغ بديهياً باعتبار الدائرتين $\Delta V$ و $\Delta 1$ إسقاطات لمقطع مخروطي $\Delta$ أجري بمستوى مواز لمستوى الإسقاط $1\pi$ . بالتوالي، الدائرة $\Delta_V$ كإسقاط متطابق مع قاعدة المخروط أجري من مركز إسقاط متطابق مع رأس المخروط $V$؛ والدائرة $\Delta_1$ كإسقاط افقي للمقطع $\Delta$. العلاقة التقابلية بين هاتين الدائرتين تسمى تشابه ( homothety) ، حيث الخطوط المتقابلة $r_1$ و $r_V$ تلتقي

في نقط لانهائية، أي متوازية، نظراً لأن خط التقاطع u بين مستوى المقطع Δ ومستوى الإسقاط يكون خط لانهائي والذي يمثل محور التقابل u؛ أما النقاط المتقابلة فهي مصطفة مع مركز التقابل U والذي في هذه الحالة يتطابق مع الإسقاط الأفقي $V_1$ لرأس المخروط. مركز التقابل U يحدد بشكل عام كنقطة تقاطع بين مستوى الإسقاط ($\pi1$) والخط المار بمراكز الإسقاط ، في هذه الحالة هما رأس المخروط V ومركز الإسقاط الأفقي.



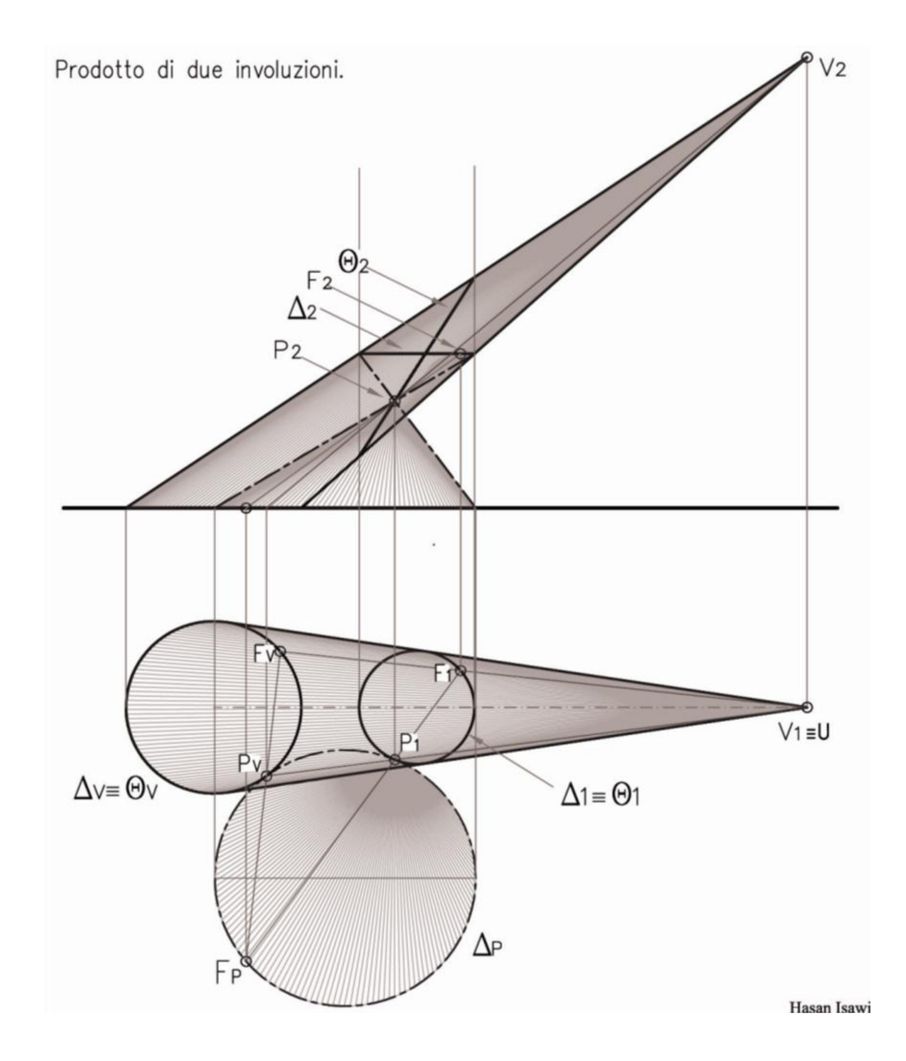

شكل62/5: علاقة تقابلية (في هذه الحالة تسمى تشابه– homothety) بين إسقاطات عمودية لقطعين مخروطين. (الباحث)

وبما أن الخطوط المتقابلة، في هذا النوع من التطابق، تلتقي في نقاط لا نهائية، أي موازية لبعضها البعض. فإنه من غير الممكن تحديد المحل الهندسي لمراكز الدوائر الماسة للدائرتين المختارتين $\Delta_1$ و $\Delta_V$ (أو على الأقل مراكز الدوائر الغير المتدهورة، بما أن الخط والنقطة يعتبران نظرياً حالات خاصة للدائرة). على الرغم من هذا، فإن معالجة هذه الفرضية كان مهم كبوابة للفرضية التالية التي سمحت لنا بحل المسألة المعنية كما سنرى أدناه.

لذلك ينبغي البحث عن نوع آخر من العلاقات التقابلية بين الدوائر $\Delta_V$ و $\Delta_1$ يسمح لنا بإيجاد نقاط نهائية كتقابل بين الخطوط المتقابلة (النقاط الموحدة). لتحقيق هذه الغاية، يمكننا ملاحظة في (الشكل 62/5) أن الدائرة Δ وإسقاطها الأفقي $\Delta_1$ هما مقطعين لأسطوانة قائمة أجريتا بمستويين متوازيين لبعضهما. هذه الأسطوانة تقطع المخروط الذي قمته في V وفقاً لمخروطين ، واحدة منهما الدائرة Δ والأخرى القطع الناقص θ . الإسقاط الثاني لهذه المخروطيات يمكن تحديده كتقاطع بين خطوط الكفاف الظاهر للمخروط وتلك للأسطوانة.

والشيء المثير للاهتمام، في هذه العلاقة الإسقاطية بين المقاطع $\Delta$ و $\theta$، هو أن هناك علاقة منظورية مزدوجة. وهذا يرجع إلى حقيقة أن كل قطع مخروطي يتطابق مع إسقاط القطع الآخر. على سبيل المثال ، كنتيجة لإسقاط الدائرة $\Delta$ من V على مستوى $\theta$، نحصل على قطع ناقص متطابق مع نفس $\theta$ والعكس صحيح، أي بإسقاط الاهليج $\theta$ من V على مستوى $\Delta$ نحصل على دائرة تتطابق مع نفس $\Delta$ . وبالمثل، إسقاط $\theta$ من مركز الإسقاط الأفقي على مستوى $\Delta$ ، نحصل على دائرة متطابقة مع نفس $\Delta$ والعكس صحيح.

هذه العلاقة المنظورية المزدوجة التي تسمى التفاف ( Involution)، كبقية العلاقات التقابلية (سواء منظوريه أو أفينية)، تحافظ على خصائصها حتى بعد الإسقاط على مستوى أخر (Enriques1898) . وبالتالي بين قاعدة المخروط وقاعدة الأسطوانة، اللتان تمثلان على التوالي إسقاط ان لتلك العلاقة الالتفافية من مراكز إسقاط تتطابق مع كل من قمة المخروط ومركز الإسقاط الأفقي، هناك "علاقة التفافية مزدوجة (podotto di due involuzioni). وهذا المصطلح يشير إلى أن كل قاعدة ، تمثل إسقاطين متطابقين لكل واحدة من تلك القطع المخروطية $\Delta$ و $\theta$.




شكل63/5: علاقة التفافية (Involution) مزدوجة بين دائرتين. (الباحث)

بإيجاز لقد حددنا مقطعين مشتركين لمخروط وأسطوانة ، ووجدنا أن قاعدة كل منهما تمثل إسقاطين متطابقين. وبالإشارة إلى الشكل 63/5 يمكن ملاحظة أن قاعدة المخروط تمثل إسقاطين $\Delta_V$ و $\theta_V$ من

القمة V للمقطعين Δ و θ. وبالمثل قاعدة الأسطوانة تمثل إسقاطين متطابقين $\Delta_1$ و $\theta_1$ للمقطعين Δ و θ أجريتا من القمة اللانهائية لنفس الأسطوانة. وكما قلنا سابقاً أنه عندما يكون هناك تقابل مزدوج بين قطع مخروطية، التقابل يسمى التفاف. وعند إسقاط هذا الالتفاف على مستوى آخر من نفس مراكز الإسقاط ، التقابل بين الإسقاطين يُسمى التفاف مزدوج.

ينبغي ملاحظة (في الشكل 63/5) أن الدوائر الماسة لدائرتين Δ1 و Δv، قد تكون من نوعين وفقا لمواضعها بالنسبة لنفس الدائرتين ، وهما:

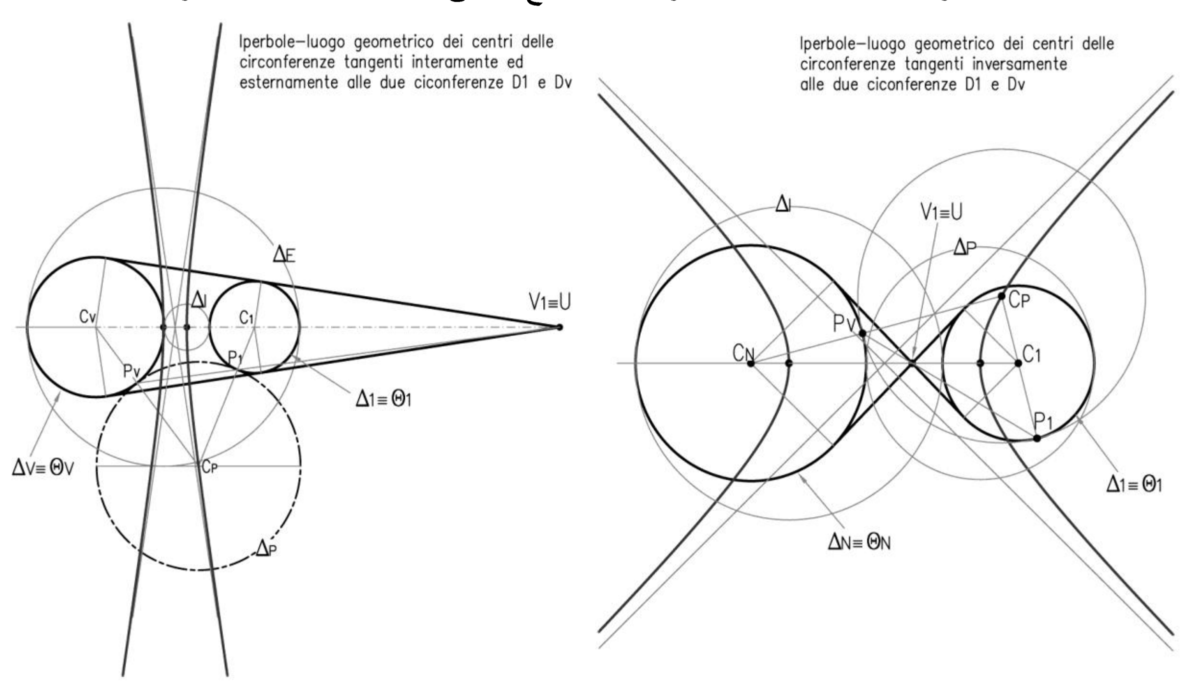
- دوائر ذات تماس مباشر (الشكل64/5)، وتتمثل بتلك الدوائر التي تمس Δ1 و Δv، وتضمن كلاهما في داخلها (مثل الدائرة $\Delta_E$) في أو تترك كلاهما خارجها (مثل الدائرة $\Delta_I$ ). يتم الحصول على المحل الهندسي لمراكز هذه الدوائر باستخدام علاقة التقابل المباشر بين الدائرتين Δ1 و Δv. أي أن النقاط المتقابلة P1 Pv (متطابقة مع نقاط التماس) تكون موضوعة على نفس الجهة بالنسبة لمركز التقابل U. من الجدير معرفة أن الخاصية المشتركة لكل حالات التقابل تنص على أن النقاط المتقابلة تكون مصطفة على نفس الاستقامة مع مركز التقابل U.
- دوائر التماس العكسي ، تتمثل بتلك الدوائر التي تضمن في داخلها واحدة من الدائرتين $\Delta_1$ و Δv وتترك الأخرى خارجها. مثال على ذلك، الدائرة ΔP في (الشكل64/5). يتم الحصول على المحل الهندسي لمراكز هذه الدوائر باستخدام علاقة التقابل العكسي (inverse Bijection) بين الدائرتين $\Delta_1$ و $\Delta_V$ .

باختصار، التقابل يسمى تقابل مباشر عندما تكون النقاط المتقابلة $P_1$ و $P_V$ موضوعة في نفس الجهة بالنسبة لمركز التقابل U . ويسمى تقابل عكسي عندما تكون هذه النقاط P1 وPv موضوعة في جهتين مختلفتين بالنسبة للمركز U.

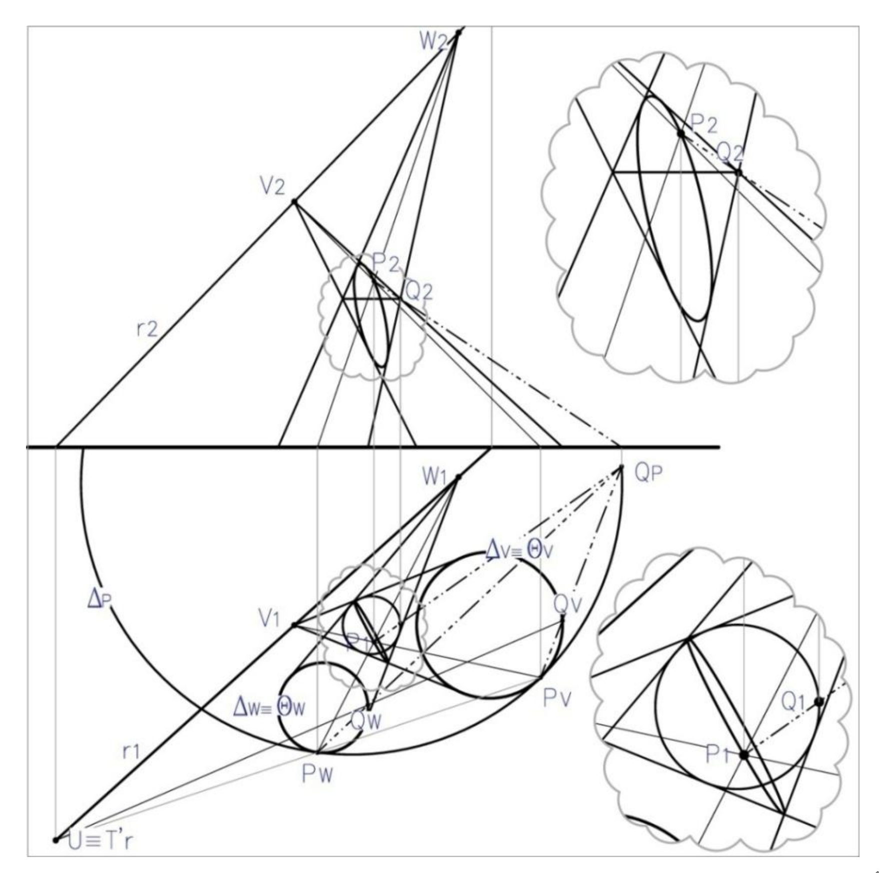
**تعميم (شكل 63/5):** عين اثنين من الأسطح المخروطية (بما في ذلك الأسطوانة كحالة خاصة للمخروط) بقمتين *V و W* ومشتركتين بالقطع المخروطي *Δ و Θ*. بقطع هذه الأسطح بنفس المستوى، نحصل على القطعيين Δw (≡ θw) و Δv (≡θv) ، كل منهما يتقابل مع نفسه في علاقة التفافية ويتقابل مع القطع الآخر في علاقة التفافية مزدوجة. الميزة المهمة لهذا النوع من التقابل هي أن النقاط المتقابلة *Pv* $P_W$ يمكن أن تكون مراكز لإسقاط القطع Δw و Δv في قطع مخروطية أخرى ماسة في كل الحالات لنفس القطع المسقطة Δw و Δv.

وفقاً لهذه الاعتبارات، وبالإشارة إلى المثال المعني (الشكل 63/5)، نعين النقطتين المتقابلتين $P_1$ و $P_V$ بالتوالي على الدائرتين $\Delta_1$ ($\equiv \theta_1$) و $\Delta_V$ ($\equiv \theta_V$) ، كمراكز لإسقاط الدائرتين على نفس مستواهما. كنتيجة لهذا الإسقاط نحصل على دائرة ثالثة $\Delta_P$ ماسة لدائرتين Δ و Δv في نفس المراكز $P_1$ و $P_V$. مثلاً للحصول على نقطة Fp للدائرة $\Delta_P$، نحدد النقاط المتقابلة $F_1$ و $F_V$ بالنسبة لمركز التقابل U ($\equiv V_1$) ومن ثم نصلها بالمراكز $P_1$ و $P_V$، في تقاطع هذه الخطوط نجد النقطة $F_p$ من الدائرة $\Delta_P$. نكرر الخطوات السابقة لإيجاد ثلاثة نقاط أخرى، مثل $F_P$، ليكون لدينا العدد الكافي من النقاط لرسم الدائرة

الماسة للدائرتين $\Delta_V$ و$\Delta_1$ . ثم نوصل معاً مراكز الكرات الماسة للحصول على المحل الهندسي المطلوب والذي في هذه الحالة يتكون من قطع زائد. مع العلم أن المحل الهندسي يمكن أن يكون إهليج عندما يكون معين دائرتين الواحدة داخل الأخرى، أو قطع مكافئ عندما يعين خط ودائرة.




شكل64/5: الشكل A (على اليسار) يعرض القطع المكافئ كمكان هندسي لمراكز الدوائر الماسة داخلياً وخارجياً الدائرتين المعلومتين Δ1 و Δv. أما الشكل B (على اليمين) فيعرض القطع المكافئ كمكان الهندسي لمراكز الدوائر الماسة عكسيا لنفس الدائرتين Δ1 و Δv. (الباحث)




شكل65/5: مسألة تحديد دائرة ΔP ماسة لدائرتين معلومتين Δv ،Δw من خلال تبريرات إسقاطيه لمقطع مخروطي Δ مشترك بين مخروطين W،V. (الباحث)

يمكن ملاحظة في (الشكل 66/5) أنه يمكن اعتماد نفس التبريرات الإسقاطية السابقة لتحديد إهليج $\Delta_P$ ماس لإهليجين متشابهين $\Delta_V$ و $\Delta_W$. بشكل عام يمكن حل مسألة التماس في كل الحالات التي يكون معلوم فيها الإهليجين متشابهين (أو غير متشابهين) فيما بينهما، بما في ذلك النقط والخطوط كحالات استثنائية من القطع المخروطية.

مع الإشارة إلى (الشكل 66/5) ، وبافتراض أن الإهليجين المعلومين $\Delta v$ $\Delta w$ غير متشابهين فيما بينهما (not homothetic). يحدث أن مراكز $\Delta v$ $\Delta w$ لم تعد نقاط متقابلة . نظراً لذلك ومن أجل تحديد إهليج $\Delta P$ مماس للإهليجين المعلومين $\Delta v$ $\Delta w$ ينبغي تحديد عدد كاف من النقاط المنتمية للاهليج $\Delta P$ . لهذا الغرض أي اثنتين من النقاط المتقابلة Pv Pw والمنتمية للإهليجين المعلومين، يمكن أن تكون مراكز لحزمتين من الخطوط لإسقاط النقاط الأخرى المتقابلة (من الإهليجين $\Delta v$ $\Delta w$) في نقاط من الاهليج المطلوب $\Delta P$. يجدر الذكر أن نقاط المماس بين $\Delta P$ والإهليجين Dv Dw تتطابق مع نفس مراكز الإسقاط Pv Pw.

عندئذ في حالة تعيين ثلاثة من الأهاليج غير المتشابهة بين بعضها، لا يوجد أي محل هندسي لمراكز الأهاليج الماسة للأهاليج الثلاثة المعلومة. ولكن يمكن تحديد المحل الهندسي للنقاط (مثل QP) المنتمية لأهاليج (مثل$\Delta P$) الماسة الأهاليج المعلومة. من المؤكد أن هذه المسألة هي أكثر تعقيداً بالنسبة لمسألة تماس بين قطع مخروطية متشابهة. لأنه ينبغي تحديد عدد كافي من الأهاليج لإيجاد نقاط منها ومن ثم إيصالها يبعضها لتحديد المحل الهندسي المعني.

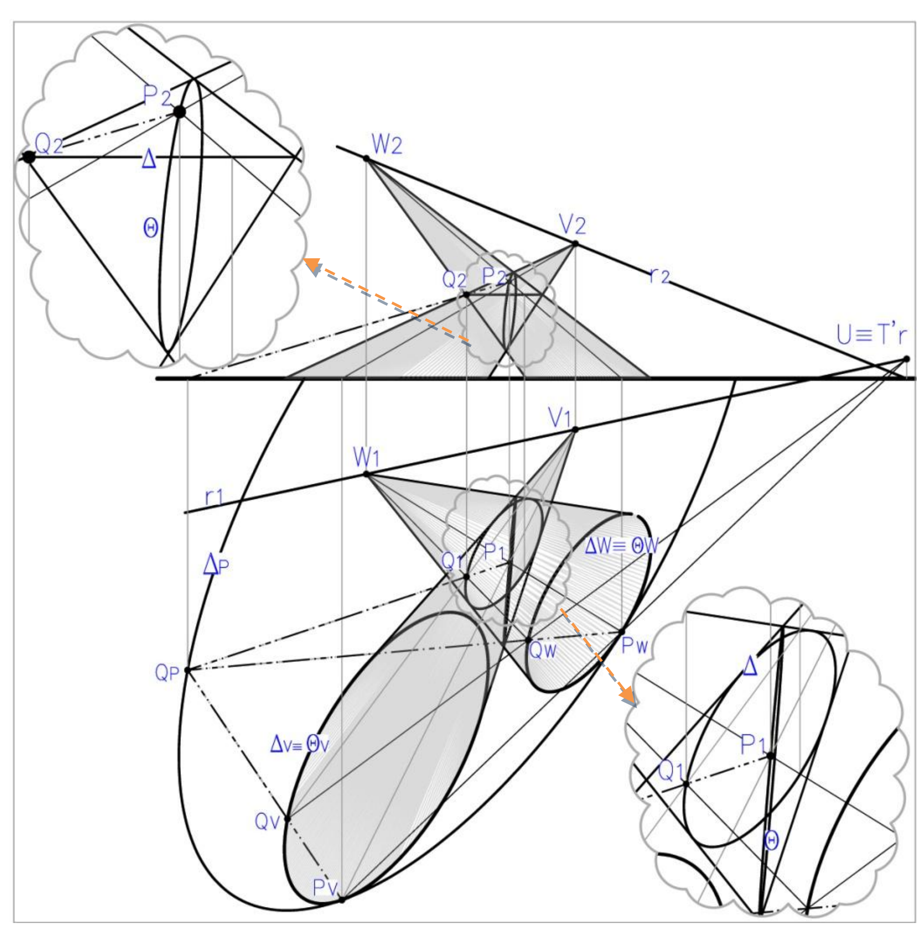
وبهذه الطريقة تقاطع المحلات الهندسية لكل اثنين من الأهاليج الثلاثة المعلومة يمثل نقاط من الأهاليج الماسة لنفس الأهاليج المعلومة.

أما الإجراء العملي لإيجاد مراكز الدوائر الماسة دائرتين $\Delta 1$ ($\equiv \theta 1$) و $\Delta v$ ($\equiv \theta v$) يمكن أن يلخص في الخطوات التالية (الشكل64/5):

- نأخذ النقطة P1 على $\Delta 1$. ونوصلها مع مركز التقابل U ($\equiv V_1$) ، تقاطع الدائرة $\Delta_V$ مع الخط $V_1_P_1$ يمثل النقطة المقابلة ل $P_1$.
- نوصل النقاط المتقابلة $P_V$ $P_1$ مع مراكز الدوائر $\Delta_1$ و$\Delta_V$ وهكذا نحصل على خطين يتقابلان في النقطة $C_P$، التي تمثل مركز الدائرة $\Delta P$ الماسة للدائرتين $\Delta 1$ و$\Delta V$ في نفس النقاط PV و P1 .

ينبغي أن نضع في الاعتبار أنه من بين العدد اللانهائي من الدوائر الماسة للدائرتين $\Delta v$ و$\Delta 1$ ، يوجد هناك أربعة دوائر خاصة ( degenerate conic) ، أي أن مراكزها تكون نقاط لانهائية. مثلاً في حالة التقابل المباشر (شكل 5A) هناك اثنين من الخطوط التي تمر بمركز التقابل V1 وتمس الدائرتين $\Delta v$ و $\Delta 1$ في نقطتين. بتوصيل هذه النقاط بمركز واحد من هاتين الدائرتين، نجد اتجاه الخطوط المتقاربة (Asymptote) للقطع الزائد الذي يمثل المحل الهندسي المذكور.

بكلمات أخرى ، نظراً لحقيقة أنه يتم تحديد كل مركز من مراكز الدوائر الماسة لدائرتين $\Delta V$ ،$\Delta 1$، كنقطة تقاطع لخطين متقابلين مارين بمراكز الدائرتين $\Delta 1$ و $\Delta V$ (Lehmer 2005) . في الحالة التي تكون فيها النقاط المتقابلة متطابقة (مثل نقاط التماس بين الدوائر $\Delta V$ و$\Delta 1$ والخطوط المارة بمركز التقابل U) ينتج أن الخطوط المتقابلة المارة بمراكز $\Delta V$ و $\Delta$ ، تلتقي في نقاط لانهائية أي متوازية لبعضها البعض. وهذا يعني أن كل واحد من تلك الخطوط المتماسة، يعتبر حالة استثنائية للدائرة. وبما أن هناك اثنتين من العلاقات التقابلية بين الدائرتين، مباشر وعكسي، فإن عدد الخطوط الماسة الدائرتين يكون أربعة. بتوصيل هذه الخطوط بمراكز الدائرتين نحصل بالتوالي على اتجاه أربعة خطوط متقاربة (Asymptote) لقطعيين مكافئين. هذه القطع تمثل المحل الهندسي لجميع مراكز الدوائر الماسة للدائرتين المعلومتين $\Delta_V$ و$\Delta_1$.




شكل66/5: مسألة تحديد إهليج $\Delta P$ متماس إهليجين متماثلين $\Delta v$ ،$\Delta w$ من خلال تبريرات إسقاطيه لمقطع مخروطي $\Delta$ مشترك بين مخروطين W،V. (الباحث)

بالإشارة إلى النمذجة ثلاثية الأبعاد، يمكن تحديد الدوائر (مثل $\Delta_P$ في الشكل 64/5) الماسة الدائرتين $\Delta_1$ ، $\Delta_V$ ، كتقاطع بين المستوى $\pi_1$ (حيث تستلقي الدائرتين $\Delta_1$ و $\Delta_V$ ) وعدد من المخاريط. قمة كل مخروط منها يمكن أن تكون أي نقطة P تنتمي إلى الإهليج $\theta$ وقاعدته يجب أن تكون الدائرة $\Delta$. بقطع هذا المخروط بمستوى الإسقاط الأفقي $\pi 1$ ، نحصل على دائرة $\Delta_P$ ماسة للدائرتين $\Delta_1$ ،$\Delta_V$ في نقطتين $P_1$، $P_V$ . وكما قلنا سابقاً الدائرتين $\Delta 1$ ،$\Delta V$ تمثلان إسقاطات على المستوى $\pi_1$ أجريت بالتوالي من مركز

الإسقاط الأفقي $D_1 \infty$ ومن القمة V . وبالمثل يمكننا تحديد دوائر أخرى ماسة الدائرتين $\Delta 1$، $\Delta V$ ، اخذين بالاعتبار نقاط أخرى من $\theta$ كقمم لعدد من المخاريط المشتركة في نفس القاعدة $\Delta$.

في هذا الصدد، ينبغي ملاحظة (شكل 64/5) أن الإسقاطات pv ، $p_1$ لخط التقاطع p بين مستويي القطع المخروطية $\Delta$ و $\theta$ يمثلان الخطوط القطبية (Polar) للدائرتين $\Delta_1$ و$\Delta_V$ بالنسبة للإسقاط الأفقي $V_1$ لقمة المخروط V، الذي يمثل النقطة القطبية (Pole). في هذه الحالة الخط القطبي $p_1$ للدائرة $\Delta V$ ، تمثل محور التقابل p في العلاقة الالتفافية (Involution) بين الدائرتين المتطابقتين $\Delta 1$ و $\theta 1$ .

ناقشنا فيما سبق مسألة تحديد دائرة ماسة لدائرتين معلومتين من خلال تبريرات إسقاطية لمقطع مخروطي مشترك بين مخروط وأسطوانة. بهدف التوصل إلى تعميم هذه المسألة بشكل أفضل، يمكن تدريج الموضوع كالتالي (شكل 65/5): عُين مخروط (بما في ذلك الأسطوانة كحالة خاصة) بقمة V وقاعدة $\Delta$، وأخذت نقطة P (غير منتمية إلى $\Delta$) بحيث تكون قمة لمخروط قاعدته نفس $\Delta$. بقطع المخروطين V و P بأي مستوى $\pi 1$ نحصل في أية حالة على مقطعين $\Delta v$ $\Delta P$ متماسين بينهما في نقطه Pv. التي تمثل تقاطع الراسم المشترك P-V للمخروطين V، P مع المستوى $\pi 1$. في الحالة التي تكون فيها قمة المخروط P منتمية إلى مقطع آخر $\theta$ مشترك بين مخروطين واحد منهما V والأخرW، نحصل على ثلاثة قطع مخروطية $\Delta v$ $\Delta P$ $\Delta w$ كتقاطع بين هذه المخاريط V وW وP والمستوى $\pi 1$، بحيث ينتج أن تلك القطع متماسة بينها في نقطتين Pv Pv ناتجتان من تقاطع V-P ، W-P مع $\pi 1$ .

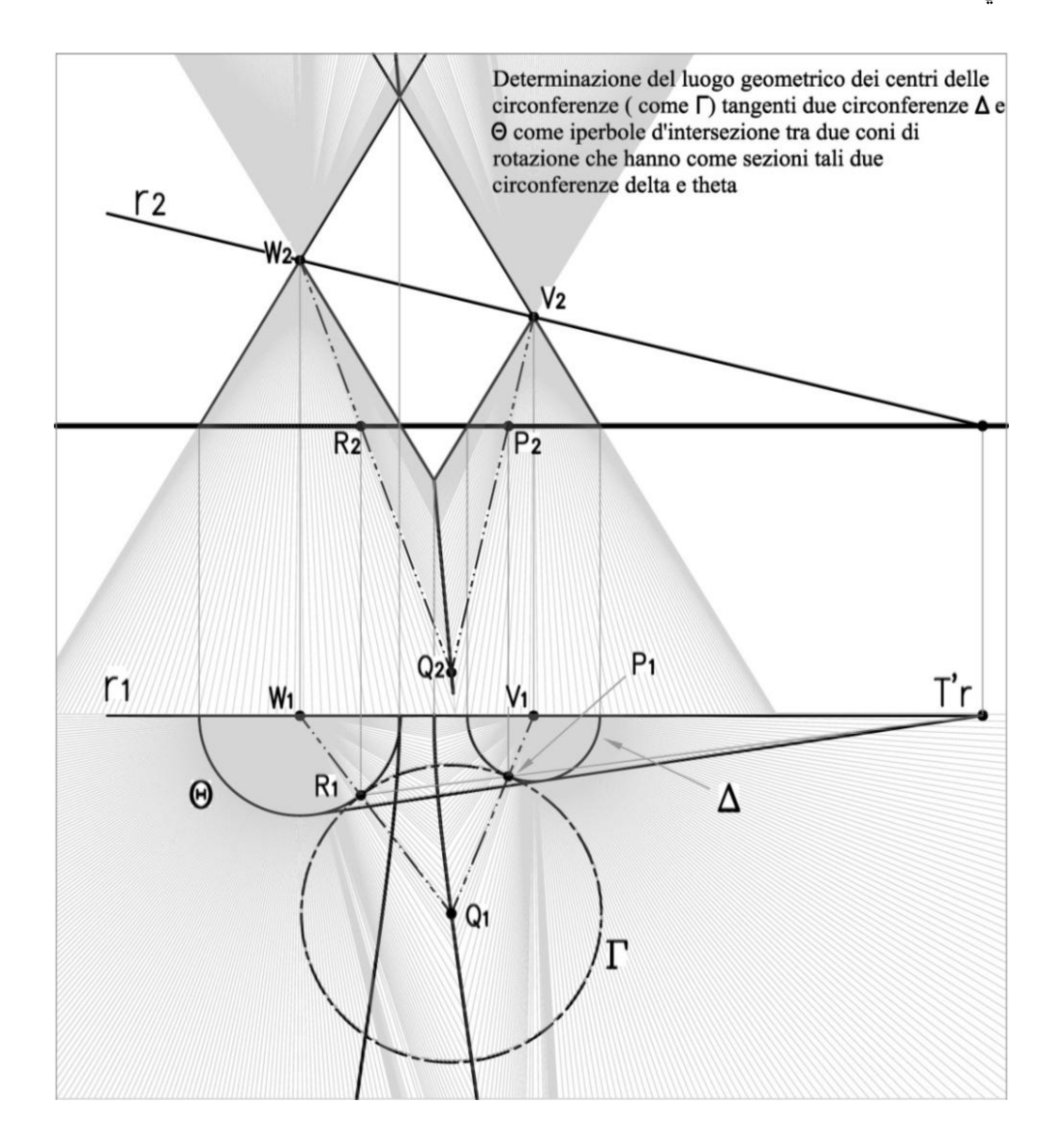
ويمكن تعميم هذا المفهوم على حالات التماس التي تكون فيها المقاطع المخروطية $\Delta v$ ،$\Delta w$ مكونة من إهليجين متماثلين (homothetic) كما هو مبين في (الشكل 5/ 66) أو إهليجين مختلفين. في هذه الحالة الأخيرة، ينبغي تحديد مسبقا الإهليجين $\Delta v$ ،$\Delta w$ من أجل إيجاد الإهليج الثالث $\Delta_P$ المتماس لهما .

تحديد المحل الهندسي كتقاطع بين أسطح مخروطية

طريقة أخرى (شكل 67/5)، بالإشارة إلى النمذجة ثلاثية الأبعاد، لتحديد المحل الهندسي لمراكز الدوائر الماسة الدائرتين $\Delta 1$ و$\Delta V$ ، تكمن في اعتبار هاتين الدائرتين قاعدتين لاثنين من المخاريط القائمة، ومن ثم تحديد القطع المكافئ كتقاطع بينهما. وأخيراً في إيجاد الإسقاط الأفقي لهذا القطع المكافئ كمحل هندسي لمراكز الدوائر المطلوبة.

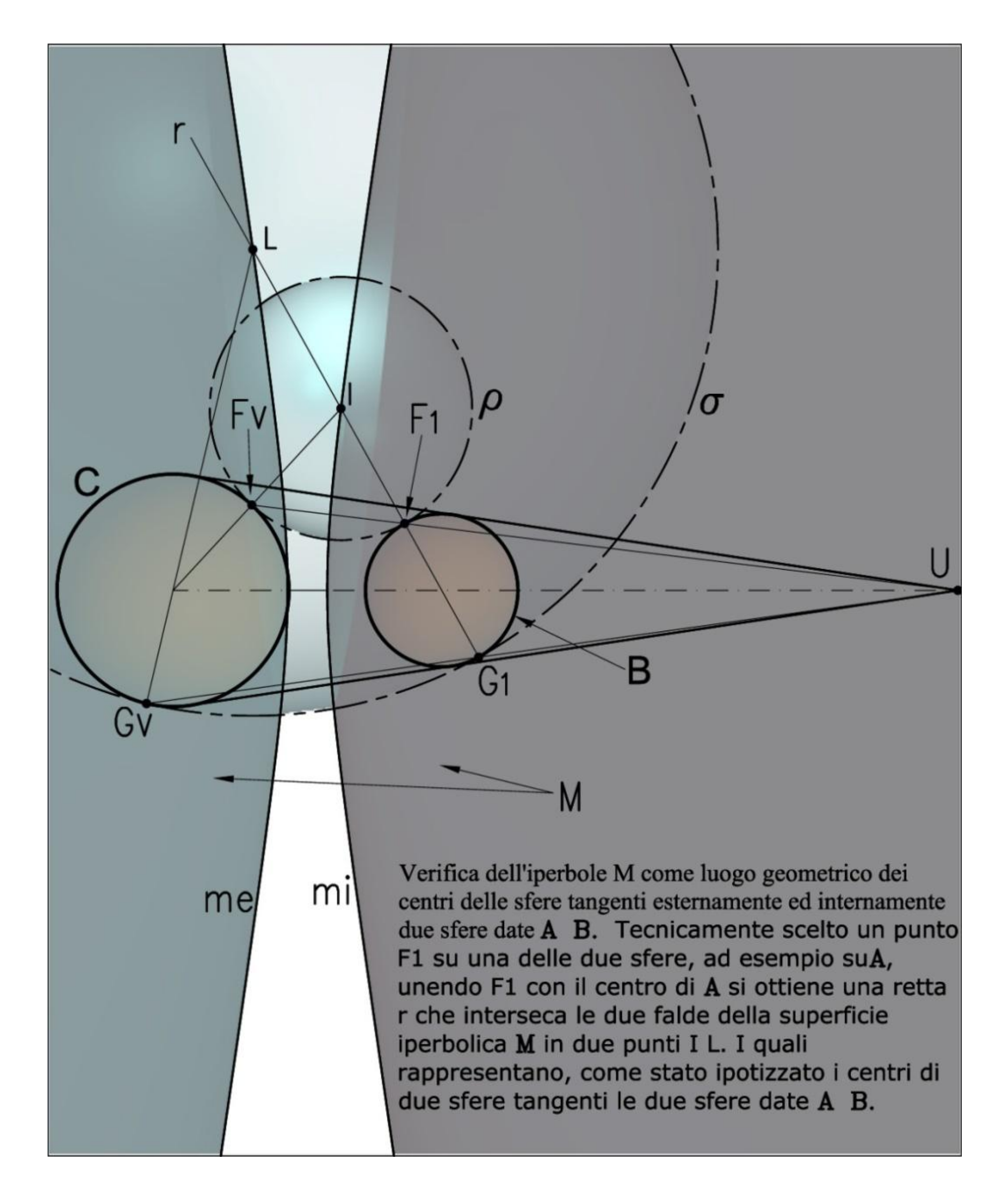
على سبيل المثال، عينت دائرتين $\Delta$ و$\Theta$، يراد تحديد المحل المذكور. لهذه الغاية، نحدد مركز التقابل U كنقطة تقاطع T'r بين خطين متقابلين، نعتبر $\Delta$ و$\Theta$ قاعدتين لاثنين من المخاريط الدورانية بقمم V و W، نحدد ارتفاع هذه القمم بحيث تكون مصطفة على نفس الخط المار بمركز التقابل U ($\equiv$ T'r). لإيجاد القطع المكافئ الناتج من تقاطع المخروطين؛ نمرر بالخط W−V عدد من المستويات المساعدة بحيث تقطع أو تمس المخروطين. كل مستوى منها يقطع المخروطين وفقاً لرواسم التي تتقاطع في نقط من القطع المكافئ المطلوب. مثلاً من النقطة T'r نمرر الأثر الأفقي لمستوى مساعد الذي يقطع الدائرتين $\Delta$ و$\Theta$ وفقاً لأربعة نقاط، اثنتان منها هما R1 P1. بتوصيل هذه النقاط بالتوالي مع قمم المخروطين نحصل

عل راسمين يتقاطعان في نقطة Q من القطع المكافئ. بالإشارة إلى مشكلة تماس المعنية، الإسقاط الأفقي Q1 للنقطة Q يمثل مركز الدائرة Γ الماسة الدائرتين Δ و Θ في النقطتين المتقابلتين P1 و R1 . سبب هذه النتيجة يجد ما يبرره في علاقة التقابل الالتفافية ( Involution) بين الدائرتين Δ و Θ والتي وصفناها في الفقرة السابقة.




شكل5/ 67: تحديد المحل الهندسي لمراكز الدوائر (مثل Γ) الماسة الدائرتين Δ و Θ كتقاطع بين اثنين من المخاريط الدورانية ألتي قاعدتيها نفس الدائرتين Δ و Θ . (الباحث)

كما يمكن ملاحظة بسهولة في الشكل أن الراسمين V-P، W-R ينتميان أيضاً إلى سطح مخروط ثالث متماس للمخروطين V W وفقاً لنفس الراسمين. هذه الملاحظة مفيدة لإنشاء أسطح مستمرة باستخدام مخاريط دورانية ماسة لبعضها البعض.




شكل68/5: القطع الزائد كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة مباشرة الكرتين AB (واحدة من ثلاثة مجموعات مكونة توافقيات الكرات ABC). (الباحث)

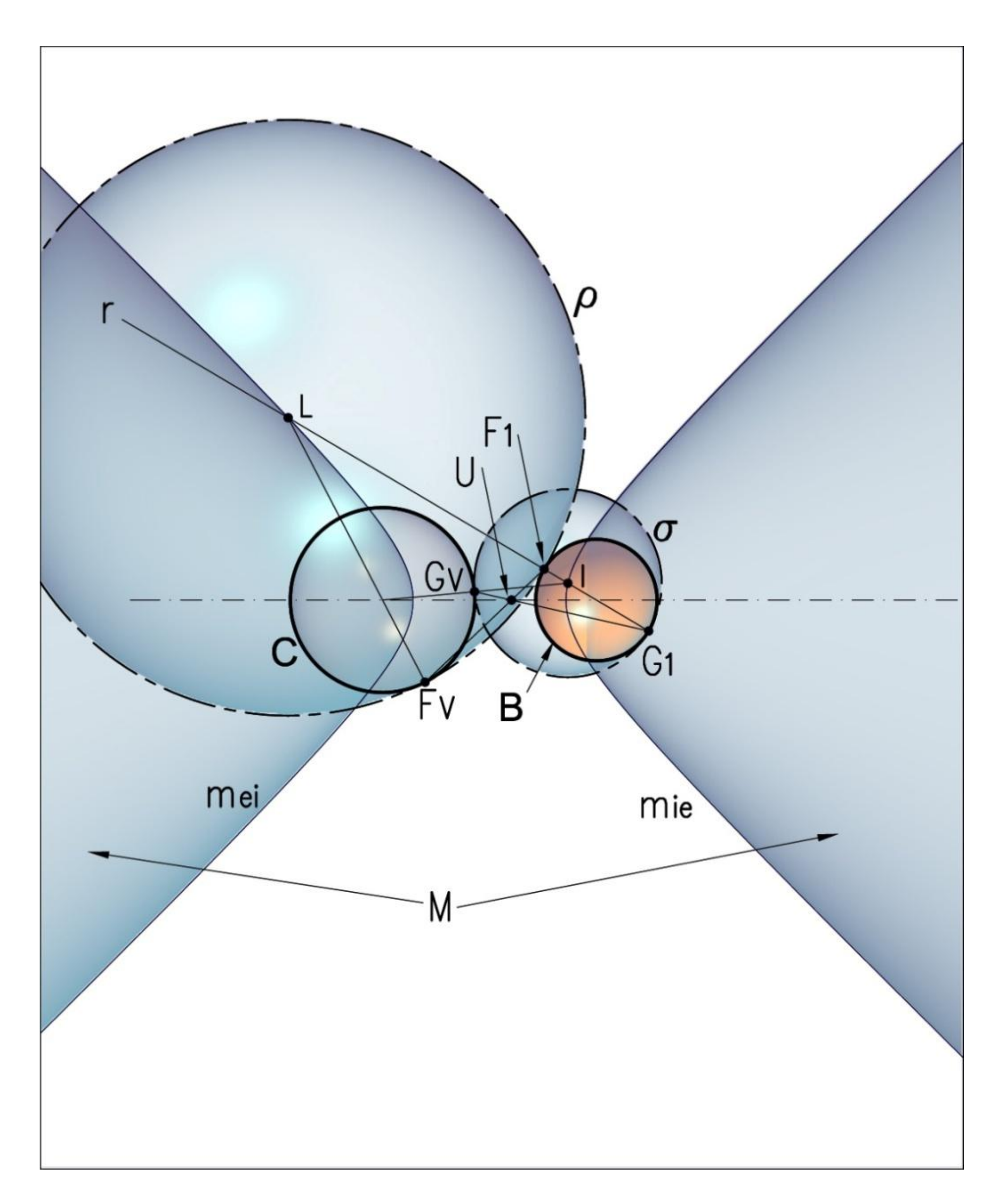
### 5-2-1-2- تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة كرتين معلومتين

بعد أن واجهنا عدة طرق لتحديد كيفية إيجاد القطع الزائد m الذي يمثل المحل الهندسي لمراكز الدوائر الماسة دائرتين $\Delta$ و $\Theta$. يمكننا مواجهة كيفية إيجاد المحل الهندسي M لمراكز الكرات الماسة كرتين معلومتين C B.

في هذه الحالة يمكن الحصول على M كسطح زائد دوراني محوره الخط a المار بمراكز الدائرتين c و b وراسم سطحه القطع الزائد m. كما يجدر الذكر إلى أن الدائرتين D وQ هما مقاطع لاثنتين من الكرات الأربعة المعطية ABCD . والتي أجريت بمستوى $\pi 1$ مار بمراكز D وQ. للحصول على القطع الزائد m نعتمد واحدة من العمليات المذكورة في الفقرة السابقة. في هذا الصدد يجدر الإشارة إلى أنه وفقاً

لمواضع الدائرتين بين بعضهما ، المحل الهندسي، قد يكون على التوالي ، قطع زائد في الحالات التي تكون فيها الدوائر متقاطعة أو منفصلة عن بعضها البعض ، ويكون قطع ناقص عندما تكون الواحدة داخل الأخرى.

على سبيل المثال (شكل 68/5) لاختبار ميزة السطح الدوراني M كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة كرتين B C ، يمكننا اختيار نقطة F على سطح واحدة منهما على سبيل المثال B، ثم نوصلها مع مركز نفس الكرة B ، وهكذا نحصل على الخط r الذي يقطع طيتي السطح M وفقاً لنقطتين L، I. اللتان تمثلان مراكز الكرات s r الماسة الكرتين C B. حيث الكرة r تمس C B في النقطتين Fv F . و تمسهما على التوالي في النقطتين G، Gv. ينبغي أن نضع في الاعتبار أن النقاط Fv F و Gv G ، هي نقاط متقابلة وبالتالي تكون مصطفة مثنى مثنى مع مركز التقابل U .




شكل69/5: السطح الزائد الذي يمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة عكسياً الكرتين BC .(الباحث)

في هذه الحالة السطح الزائد M يمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات ذات التماس المباشر ، أي مراكز الكرات الماسة C B بحيث كل كرة (مثل $\sigma$) تشمل كلا من C B داخلها أو تتركهما خارجها (مثل $\rho$) .

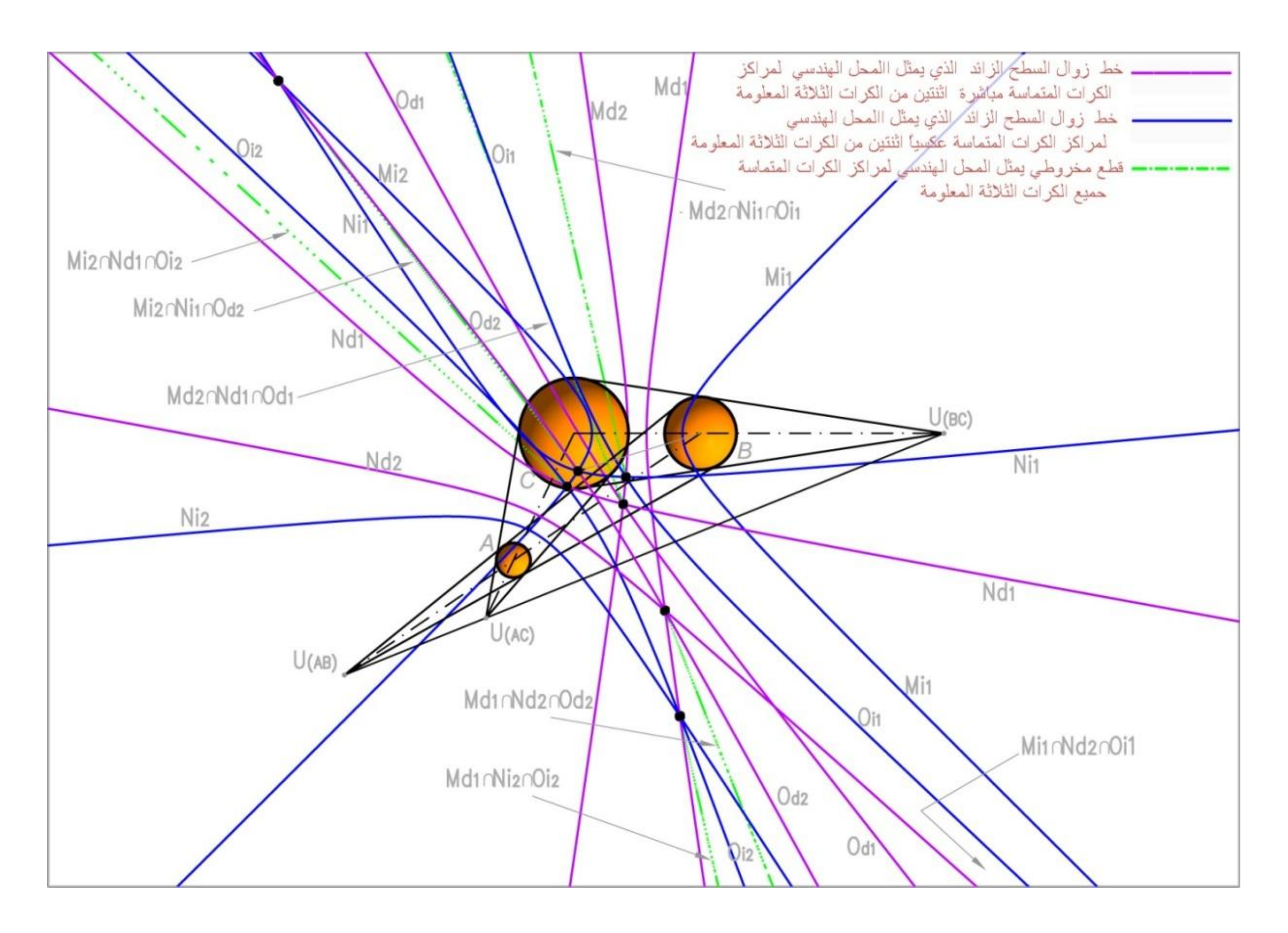
في هذا الصدد ينبغي ملاحظة (شكل69/5) أن هناك سطح زائد آخر يمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة عكسياً الكرات المعطية C B. كل كرة منها تشمل واحدة من الكرات المعطية C B داخلها وتترك الأخرى خارجها. مثلاً الكرة $\sigma$ تشمل الكرة B داخلها وتترك الكرة الأخرى C خارجها.

باختصار ، المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة كرتين مثل C B يتكون من اثنين من الأسطح الدورانية الزائدة. واحد من هذه الأسطح يمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات ذات التماس المباشر (شكل68/5) والآخر لمراكز الكرات ذات التماس العكسي (شكل69/5).

5-2-1-3- تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة ثلاثة كرات معلومة

كما رأينا في الفقرات السابقة المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة لكرتين يتألف من اثنين من الأسطح الزائدة (hyperboloids) الدورانية. وبما أن عدد الكرات المعطية في هذه الحالة هي ثلاثة ، فالعدد الإجمالي للمحلات الهندسية، التي ستؤخذ في الاعتبار، ستكون ستة أسطح زائدة. بتحديد التقاطع بين هذه الأسطح، نحصل على أربعة قطع مخروطية. كل واحدة من هذه القطع المخروطية تنتمي إلى ثلاثة من تلك الأسطح الزائدة. على سبيل المثال (شكل70/5)، من تقاطع الأسطح الناقصة N،M ، O نحصل على قطع مخروطي ناقص. في هذه الحالة، الأسطح الزائدة N،M ، O تمثل بالتوالي المحل الهندسي للتماس المباشر لكل زوج AC،BC،AC من الثلاثة الكرات المعطية ABC. ينبغي الأخذ في الاعتبار أن تحديد الأسطح الزائدة N، O ، يتم بطريقة مماثلة لتلك التي استخدمت في الفقرة السابقة لتحديد السطح الزائد الدوراني M

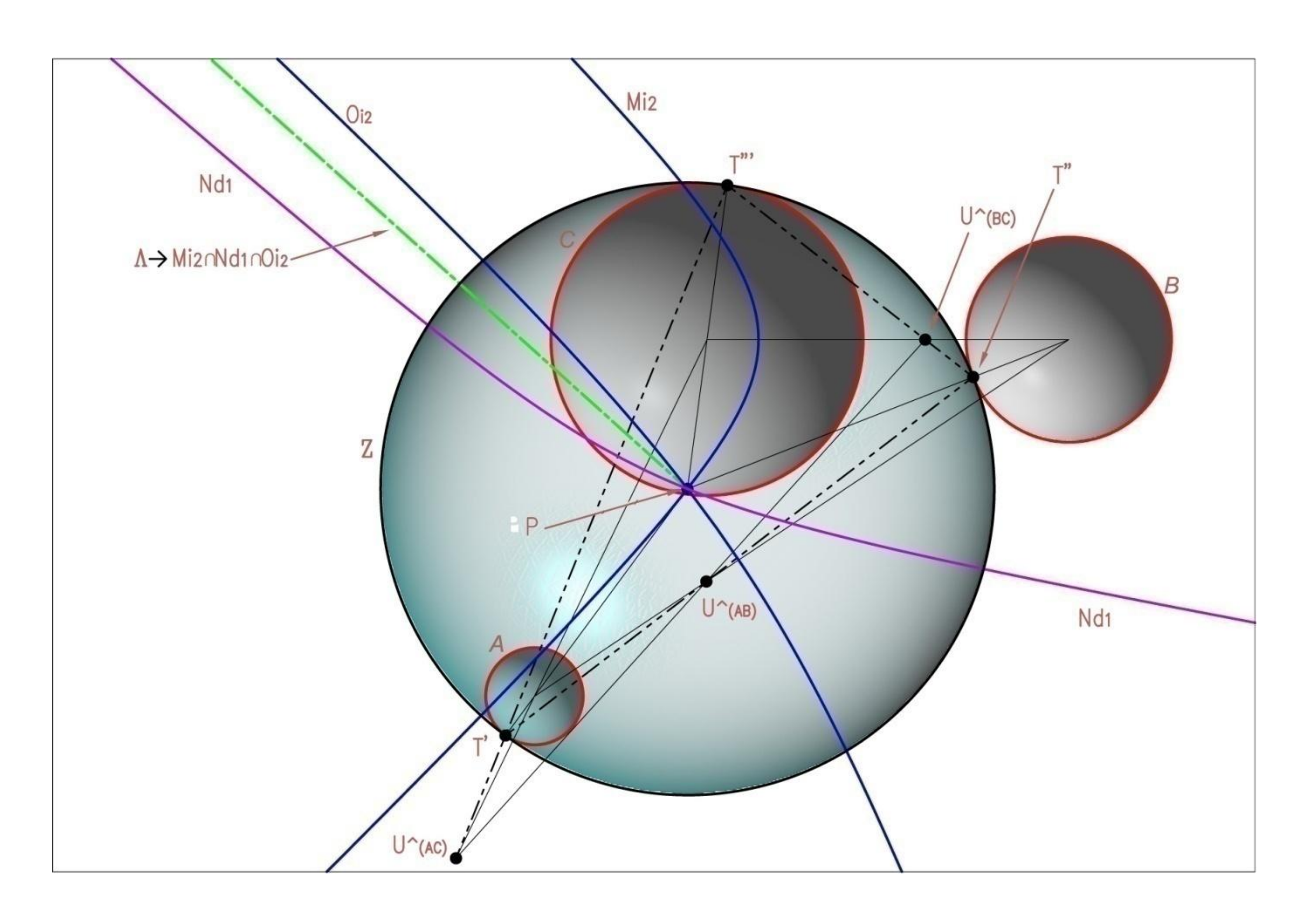
وكما قلنا سابقا هناك مجموعة من أربعة قطع مخروطية ناتجة من تقاطع الأسطح الزائدة الستة. في هذا تجدر الإشارة إلى أنه عندما يكون هناك تقاطع بين أسطح زائدة ذو تماس مباشر لكل اثنتين من الكرات الثلاثة المعطية، القطع المخروطي الناتج يكون أيضاً محل هندسي ذو تماس مباشر لجميع الكرات الثلاثة. وعندما يكون هناك واحد من الأسطح الثلاث ذو تماس عكسي، القطع المخروطي الناتج من تقاطع تلك الأسطح يكون محل هندسي ذو تماس عكسي. على سبيل المثال (شكل 70/5) القطع الزائد الناتج من تقاطع الأسطح $M_d$،$N_d$ ، $O_d$ ، (المحلات الهندسية ذو التماس المباشر للكرات ABC) لديه الخاصية بكونه المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة مباشرة الكرات المعطية ABC. القطع المخروطية الثلاثة المتبقية لديها الخاصية بكونها المحلات الهندسية لمراكز الكرات الماسة عكسياً الكرات المعلومة ABC .




شكل70/5: الخطوط المبينة باللون الأرجواني تمثل إسقاطات أربعة قطع مخروطية. والتي هي بمثابة المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات الثلاثة المعلومة ABC . تم الحصول على كل واحد من هذه القطع كخط مشترك لثلاثة أسطح زائدة. كل زوج من هذه الأسطح بنفس محور الدوران يمثل المكان الهندسي لمراكز الكرات الماسة اثنتين من الكرات المعلومة. العدد الإجمالي لهذه الأسطح يساوي ستة. (الباحث)

ينبغي اعتبار أن القطع المخروطية الأربعة تتكون من إهليج واحد وثلاثة قطع زائدة. في هذه الحالة نحصل على الإهليج عندما يكون هناك تقاطع لثلاثة طيات فقط للأسطح الزائدة. بكلمات أخرى، عندما تتقاطع طيات الأسطح الزائدة على نفس الجانب، بالنسبة للمحور العرضي لكل سطح ، نحصل على قطع ناقص. ونحصل على قطع زائد عندما يكون هناك تقاطع لجميع الطيات الستة لهذه الأسطح.

وكما قلنا سابقا، بمجرد توليد الأسطح الزائدة $M_d$، $N_d$، $O_d$ (كمحل هندسي للتماس المباشر للكرات المعطية ABC) وأيضاً الأسطح الزائدة Mi،Ni، Oi (كمحل هندسي للتماس العكسي لنفس الكرات ABC)، نشرع في عملية تحديد التقاطع بين هذه الأسطح. كنتيجة لهذا التقاطع نحصل على أربعة قطع مخروطية كل منها يكون مشترك لثلاثة من تلك الأسطح. على على سبيل المثال (الشكل 71/5 ) القطع المخروطي الناتج من تقاطع الطيات $Md_1$، $Nd_2$، $Od_2$ للأسطح $M_d$، $N_d$ ، $O_d$ يمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة جميع الكرات الثلاثة المعلومة ABC . ينبغي الإشارة في هذه الحالة الأولى من التماس المباشر، أن كل واحدة من الكرات المطلوبة، تمس جميع الكرات المعلومة وتتركها خارجها.
الطية الثانية لنفس القطع الزائد تحدد كتقاطع بين الأسطح $Md_2$،$Nd_1$ ،$Od_1$ . في هذه الحالة الأخيرة من التماس المباشر ، كل واحدة من الكرات المطلوبة تمس الكرات المعلومة وفي نفس الوقت تشملها داخلها.

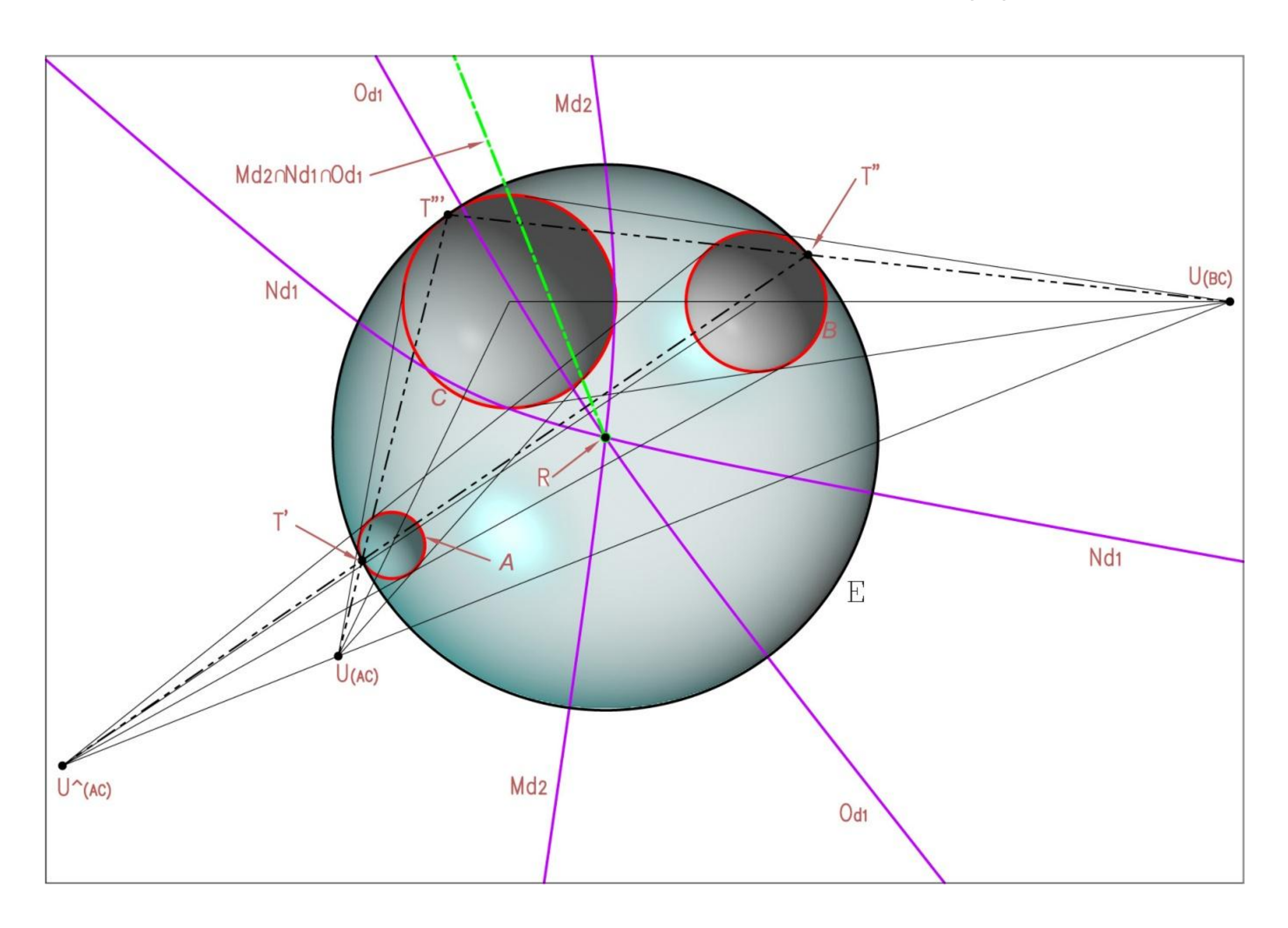



شكل71/5: تحديد كرة Z ماسة الكرات الثلاثة المعلومة ABC وفقاً لثلاثة نقاط T'T''T'''، حيث هناك تقابل عكسي بين الكرتين A B، وأيضاً بين الكرتين B C، أما بين الكرتين AC فهناك تقابل مباشر. (الباحث)

لتوضيح مفهوم المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة عكسيا للكرات المعلومة. يمكننا تحليل (الشكل71/5) ، القطع المخروطي الناتج من تقاطع الطيات Oi2، Nd1،Mi2 . حيث الطية Mi2 للسطح الزائد M تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة عكسيا الكرتين BC؛ والطية Nd1 للسطح الزائد N تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة مباشرة الكرتين AC ؛ في حين أن الطية Oi2 للسطح الزائد M تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة عكسيا الكرتين AB. يمكن تبرير مصطلحات التماس المباشر والعكسي باختيار نقطة P على القطع الزائد Λ (لامدا) كمركز للكرة Z (زيتا) الماسة بالتوالي الكرات المعلومة ABC في النقاط T'،T''، T'''. حيث يمكننا ملاحظة ما يلي: – اصطفاف النقاط T' T'' مع مركز التقابل العكسي U^(AB) للكرتين AB؛ اصطفاف النقاط T' T'' مع مركز التقابل المباشر U^(AC) للكرتين AC؛ واصطفاف النقاط T'' T''' مع مركز التقابل العكسي U^(BC) للكرتين BC . بشكل العام ، عندما واحد من الأسطح الزائدة يكون محل هندسي للتماس العكسي بين اثنتين من الكرات المعلومة، المقطع المخروطي الناتج من تقاطع تلك الأسطح، يصبح محل هندسي لمراكز الكرات الماسة عكسيا الكرات ABC.

وبالمثل يمكننا توضيح مفهوم المحل الهندسي للتماس المباشر، باختيار نقطة R على القطع المخروطي Λ الناتج من تقاطع الطيات Od1 ، Nd1، Md2 للأسطح الزائدة MNO، كمركز لكرة Z ماسة الثلاثة كرات المعطية ABC في النقاط T'،T'' ، T'''. حيث يمكن ملاحظة أن كل زوج من النقاط المتقابلة يكون مصطف على نفس الخط المار بمركز تقابل مباشر بين اثنتين من الكرات المعطية ABC. كما هو الحال

في النقاط  "T' T المصطفة على نفس الخط المار بالمركز   U(AB). ولذلك، يجب أن نتذكر أنه وفقاً لموضع مركز التقابل بالنسبة للكرتين المتقابلتين، التقابل يمكن أن يسمى بالتوالي مباشر عندما تكون الكرتين على نفس الجانب بالنسبة  للمركز    .ويسمى تقابل عكسي عندما تكون الكرتين على جوانب متعاكسة  بالنسبة  لمركز التقابل.

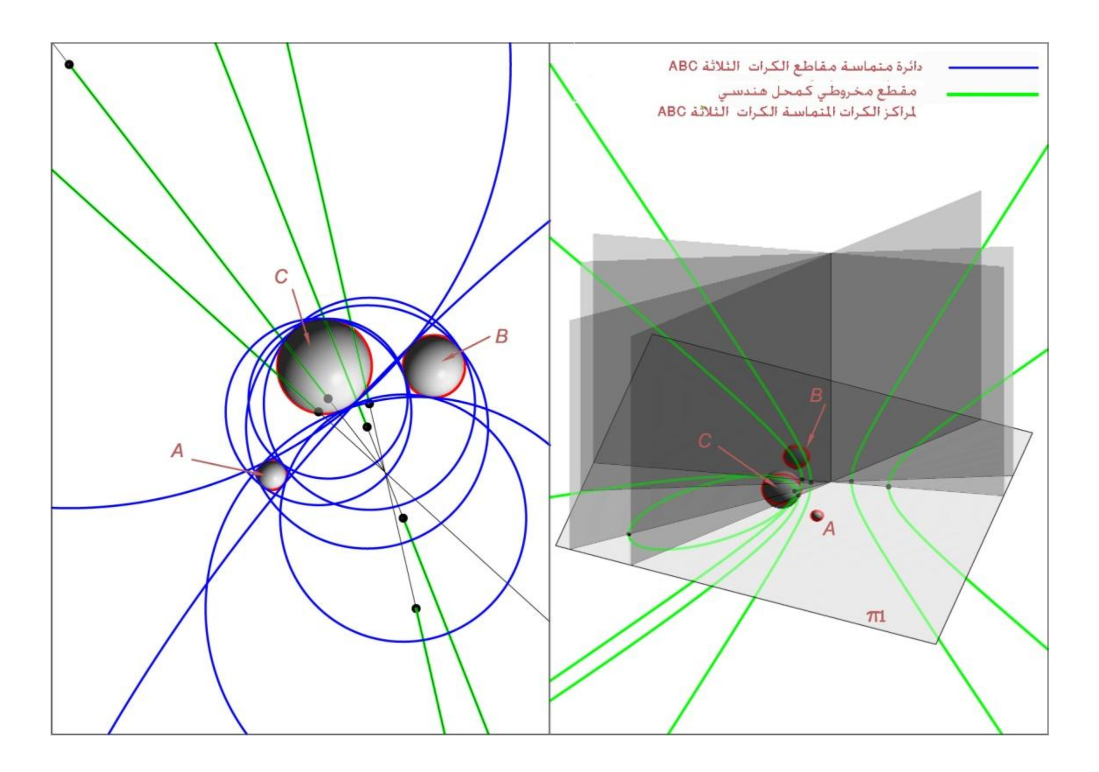



شكل72/5: النقطة R تمثل مركز الكرة E، الماسة الكرات المعلومة  ABC في النقاط  T'T''T'''. حيث يظهر واضح ان هناك  تقابل ماشر بين كل اثنتين من الكرات المعلومة  ABC. (الباحث)

ينبغي ملاحظة أن الطية الثانية للقطع الزائد  Λ تمثل أيضاً المحل الهندسي للتماس المباشر للكرات  ABC (الشكل 72/5) . حيث الكرات المعلومة ABC تمس الكرات المطلوبة وتبقى خارجها.

وفي هذا الصدد ، مثير للاهتمام أن نلاحظ مثال آخر كمحل هندسي، ألا وهو الإهليج الناتج من تقاطع الأسطح الزائدة  Mi،Ni ،Od  . التي تمثل بالتوالي المحل الهندسي للتماس العكسي بين الكرتين    BC، والمباشر بين الكرتين AC والعكسي بين الكرتين  AB.  باعتبار أنه عندما نقول تماس عكسي بين كرتين BC ، يعني أن   الكرات المطلوبة ماسة  BC في نقاط متقابلة بالنسبة لمركز تقابل موضوع بين نفس الكرتين BC.  أما في حالة التماس المباشر مركز التقابل يكون خارجي بالنسبة للكرتين المتقابلتين.

وفقاً لهذه الاعتبارات إهليج التقاطع بين الطيات   Mi2،Ni1 ،Od2 للأسطح الزائدة  Mi،Ni ،Od ، يمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة  الكرات المعلومة ABC.  نقاط التماس تصطف بالتوالي مع مركز التقابل العكسي في حالة الكرات BC ، و AC . أما نقاط التماس في حالة الكرتين AB، فهي تصطف مع مركز تقابل مباشر.




شكل73/5 : نقاط تقاطع القطع المخروطية الأربعة (باللون الأخضر) مع المستوى $\pi 1$ المار بمراكز الكرات الثلاثة المعلومة ABC، تمثل نقط بارزة لنفس القطع، وتمثل أيضاً مراكز ثمانية دوائر (باللون الأزرق) ماسة الدوائر (باللون الأحمر) الناتجة من تقاطع الكرات ABC مع المستوى $\pi 1$. (الباحث)

في (الشكل 70/5 )، يمكن ملاحظة أن القطع المخروطية الاربعة التي حددناها سابقاً كمحل هندسي لمراكز الكرات المتماسة الكرات ABC، لم تنتج من تقاطع ثلاثة أسطح زائدة ذات تماس عكسي أو من تقاطع سطحين ذوي تماس مباشر مع سطح ذو تماس عكسي. لتبرير هذه الحقيقة يمكن أن نتابع آخذين في الاعتبار ما يلي:

- المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة كرتين معلومتين يتكون من اثنين من الأسطح الزائدة. واحد منهما ذو تماس عكسي والآخر ذو تماس مباشر.
- المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة ثلاثة كرات معلومة يتكون من أربع قطع مخروطية. تم الحصول على كل منها كتقاطع بين ثلاثة أسطح زائدة.

وفقاً لما سبق، نقول أن كرة Z بمركز ينتمي إلى واحد من القطع المخروطية الأربعة، يمكن أن تمس الكرات الثلاثة المعلومة وفقاً للطرق التالية :

- تماس عكسي (الشكل 71/5)، يعني أن مركز Z ينتمي إلى قطع مخروطي ناتج من تقاطع ثلاثة أسطح زائدة ، واحد منها ذو تماس مباشر واثنين ذو تماس عكسي. في هذه الحالة Z تمس الكرات الثلاثة بحيث يكونوا اثنتين منها داخل Z وواحدة خارجها. أو العكس، أي اثنتين خارج Z وواحدة داخلها.

– تماس مباشر (الشكل 72/5) يعني أن مركز Z ينتمي إلى قطع مخروطي ناتج من تقاطع ثلاثة أسطح زائدة جميعها ذو تماس مباشر. في هذه الحالة $Z$ تمس الكرات الثلاثة بحيث يكونوا جميعها داخل أو خارج $Z$.

يجب أن نعلم أيضا أنه عندما $Z$ تمس اثنتين من الكرات الثلاثة المعلومة، وتشملهما داخلها (أو خارجها)، يعني أن بين الكرتين تقابل مباشر. وأنه عندما $Z$ تمس اثنتين من الكرات الثلاثة المعلومة شاملة واحدة داخلها وتاركة الأخرى خارجها، يعني أن بين هاتين الكرتين يوجد تقابل عكسي.

لذلك التماس يمكن أن يكون مباشر عندما تكون الكرات المتقابلة داخل (أو خارج) $Z$ ؛ ويمكن أن يكون تماس عكسي عندما واحدة من الكرات المتقابلة تكون داخل $Z$ والأخرى خارجها.

من المهم الإشارة إلى حالة خاصة في (الشكل 72/5)، حيث يمكن ملاحظة أن مركز التقابل ( U(AB لزوج AB من الكرات الثلاثة المعلومة ABC، يصطف على خط واحد مار بمركزي التقابل ( U(AC و (U(BC للأزواج المتبقية BC،AC . هذه الحقيقة يمكن أن تبرر في اعتبار النقطة، التي تمثل واحد من تلك المراكز، حالة خاصة لكرة نصف قطرها يساوي صفر؛ وأيضاً في اعتبار أن الخط الذي يمر بتلك المراكز كحالة خاصة لكرة مركزها لانهائي. وفقاً لهذه الاعتبارات الخط المار بثلاثة نقاط يمكن أن يعتبر حالة خاصة لكرة ماسة ثلاثة كرات خاصة. بعبارة أخرى، في هذه الحالة يمكن اعتبار مراكز التقابل بالتوالي كقمم لثلاثة مخاريط ، كل منها يحيط (envelop) اثنتين من الكرات المعطية. ويمكن القول أن من بين العدد اللانهائي من الكرات التي يمكن أن تكون محاطة من كل مخروط ، هناك أيضاً كرة تتطابق مع قمة نفس المخروط. لذلك الخط المار بالمراكز الثلاث يمكن أن يفسر كحالة خاصة لكرة ماسة ثلاثة كرات معلومة. وعلاوة على ذلك، وبما أن هذه النقاط تمثل مراكز تقابل مباشر، فيمكننا التأكيد أن التماس في هذه الحالة هو تماس مباشر.

حقيقة اصطفاف مراكز التقابل المباشر، التي لاحظنا أعلاه، لا تحدث في حالة مراكز التقابل العكسي. لأنة ليس هناك أي قطع مخروطي ناتج من تقاطع ثلاثة أسطح زائدة ذو تماس عكسي، أو بالأحرى لا توجد أي كرة ماسة للكرات الثلاثة المعلومة في نقاط تصطف مثنى مثنى مع مراكز التقابل العكسي.

**5-2-1-4- نقاط تقاطع القطع المخروطية مع مستوى مراكز الكرات المعلومة**

من الحالات الأخرى الهامة التي لاحظناها خلال تحديد الكرات الماسة ثلاثة كرات معلومة، هناك الحالة (الشكل74/5) المتعلقة بنقاط تقاطع المستوى $\pi_1$ (المار بمراكز الكرات الثلاثة المعلومة ABC) والمخروطيات الأربعة (المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة ABC ). هذه النقاط تمثل مراكز ثمانية دوائر ماسة الدوائر الناتجة من تقاطع ABC مع $\pi_1$. المخروطيات الأربعة تتكون من ثلاثة قطع زائدة ومن إهليج. كل واحد من هذه القطع تنتمي إلى مستوى عمودي على $\pi_1$ . خطوط التقاطع بين $\pi_1$ وهذه المستويات، تقابل بالتوالي القطع المخروطة الأربعة في نقاط بارزة. التي في حالة الإهليج أطراف تمثل المحور للمخروط ، وفي حالة القطع الزائدة تمثل بالتوالي قمة كل منها.

**5-2-1-5- التحقق من خاصية القطع المخروطية كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات الثلاثة المعلومة.**

للتحقق من خاصية القطع المخروطية الاربعة التي حددناها سابقاً (شكل5/75)، مثلاً طيه القطع الزائد $\Omega$ (أوميغا) الناتج من تقاطع الطيات Md1، Nd2، Od2 للأسطح الزائدة Md، Nd، Od ذو التماس المباشر، نشرع كالتالي:

نختار نقطة R على القطع $\Omega$. الإسقاطات الأفقية R1 ، $\Omega$1 للنقطة R وللقطع $\Omega$، تتطابقان مع الأثر الأفقي للمستوى $\alpha$ المار بالقطع$\Omega$. بشكل عام $\alpha$ يمثل المستوى المار بالقطع المعني $\Omega$ والعمودي على مستوى الكرات الثلاثة المعلومة.

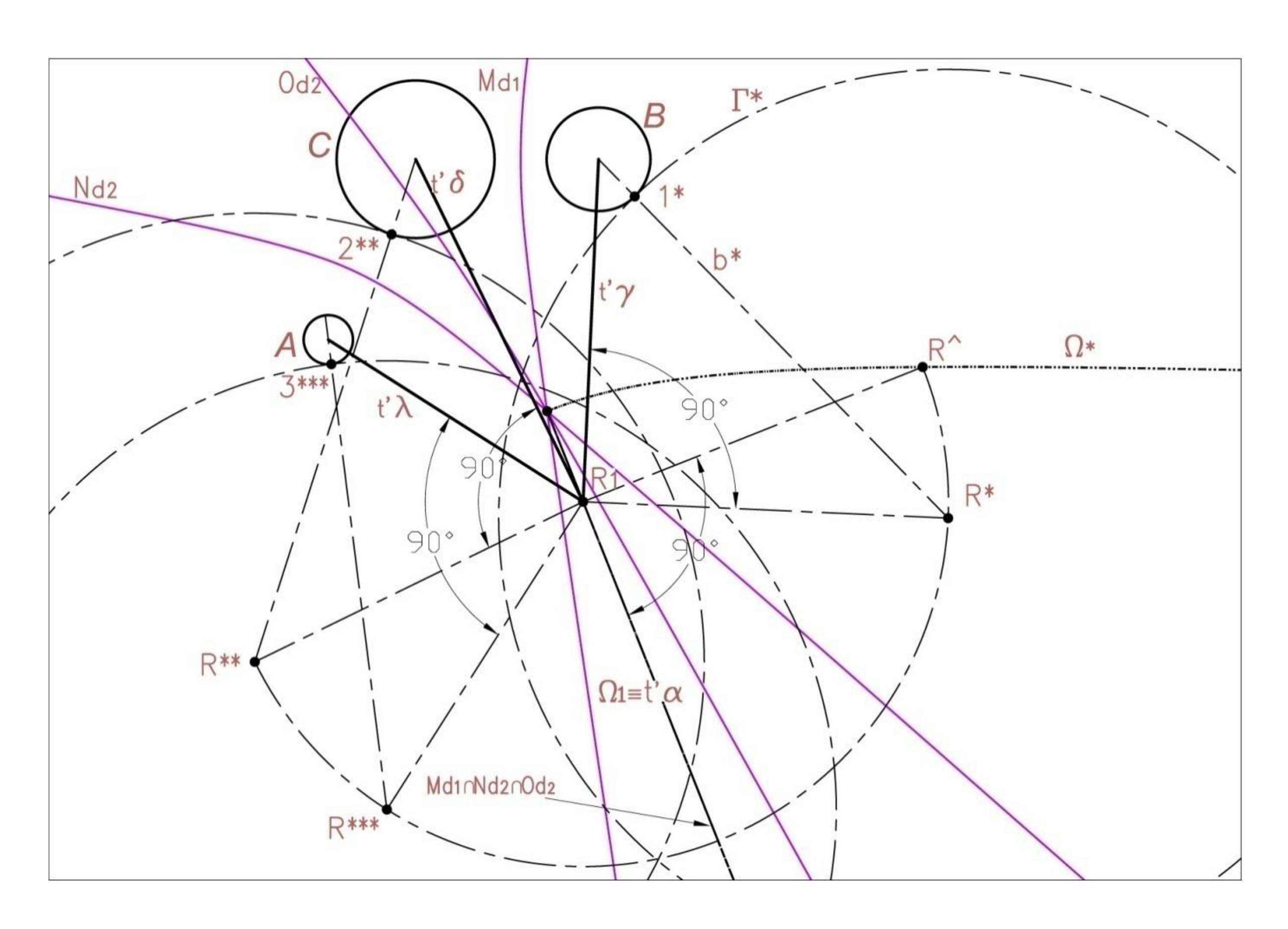
بشكل عام، خطوط التقاطع بين الأسطح الدورانية تكون منحنيات فراغية (تربيعي) ، أما في حالة التقاطع الدورانية التي واجهناها سابقاً، فقد حصلنا على قطع مخروطية كنتيجة للتقاطع. في هذا الصدد، يمكن تلخيص الظروف التي أنتجت هذه القطع المخروطية ، كما يلي:

محاور الأسطح تنتمي إلى نفس المستوى $\pi 1$؛ ورواسم الأسطح تتكون من قطع مخروطية تنتمي إلى $\pi 1$ ، التي بدورها تتميز بكون كل منها محل هندسي لمراكز الدوائر الماسة دائرتين (بما في ذلك النقطة والخط كحالات خاصة للدائرة) منتميتين إلى $\pi 1$ . يجدر الإشارة إلى أن هذه القطع المخروطية تنتمي إلى مستوى عمودي على نفس المستوى $\pi 1$.

- نقلب المستوى $\alpha$ حول أثرة الأفقي $t'\alpha$ لجعله يتطابق مع المستوى الإسقاط $\pi_1$. وبهذه الطريقة نحصل على $\Omega$^ و R^، كانقلاب للقطع $\Omega$ وللنقطة R. هدف عملية التطبيق هو الحصول على الارتفاع R1-R^ للنقطة R بالنسبة لمستوى الإسقاط $\pi_1$. الارتفاع R1-R^ سيكون مفيد في عمليات اللاحقة.
- نتابع التحقق من تماس الكرة ϙ التي مركزها في النقطة R مع الكرة B (واحدة من الكرات الثلاثة المعلومة)، بتنفيذ ما يلي: – نمرر المستوى الرأسي $\gamma$ بالنقطة R وبمركز الكرة B . – نقلب المستوى $\gamma$على مستوى الإسقاط $\pi_1$، وهكذا نحصل على التطبيق *R للنقطة R. تقنيا يتم تحديد *R كتقاطع بين الخط المار بالإسقاط الأفقي R1 للنقطة R والعمودي على محور التطبيق $t'\gamma$ مع الدائرة التي مركزها في R1 ونصف قطرها الارتفاع R1-R^ للنقطة R . وعلاوة على ذلك، انقلاب المستوى $\gamma$ يسمح بالحصول عل دائرة التقاطع بين $\gamma$ والكرة B، وبما أن مستوى الإسقاط يمر بمركز الكرة B، فدائرة التقاطع بين $\gamma$ و B تتطابق مع إسقاط خط زوال الكرة B . – نوصل النقطة *R بمركز الكرة B ، وهكذا نحصل على الخط *b الذي يتقاطع مع خط زوال B في النقطة *1. – نرسم الدائرة *$\Gamma$ (جاما) التي مركزها النقطة *R ونصف قطرها المستقيم *R*-1 . حيث الدائرة $\Gamma$ في الفراغ تمثل تقاطع المستوى $\gamma$ والكرة المطلوبة ϙ. يمكن تبرير هذه العملية في حقيقة

أن كرتين ϙ،B يكونان متماسين لبعضهما إذا كان هناك نقطة 1 مشتركة لدائرتين تم الحصول عليهما كتقاطع بين الكرتين ϙ،B والمستوى $\gamma$ المار بمركزيهما.

من أجل التحقق من تماس الكرة ϙ مع الكرتين الآخر بتين A C ، نشرع تنفيذ طرق مشابهة للعمليات السابقة. عند الانتهاء من هذه العمليات، ينبغي أن تكون أنصاف الأقطار $R^{**}$-2**، $R^{***}$-3*** متساوية للمستقيم $R^{*}$-1* الذي حددناه سابقاً والذي يمثل نصف قطر الدائرة $\Gamma$ الناتجة من تقاطع المستوى $\gamma$ مع الكرة المطلوبةϙ. وهذا يجد ما يبرره في حقيقة أن مركز الكرة ϙ يجب أن يكون على نفس المسافة بالنسبة لأسطح الكرات الثلاثة المعلومة ABC، والتي تساوي نصف قطر الكرة المطلوبة ϙ.

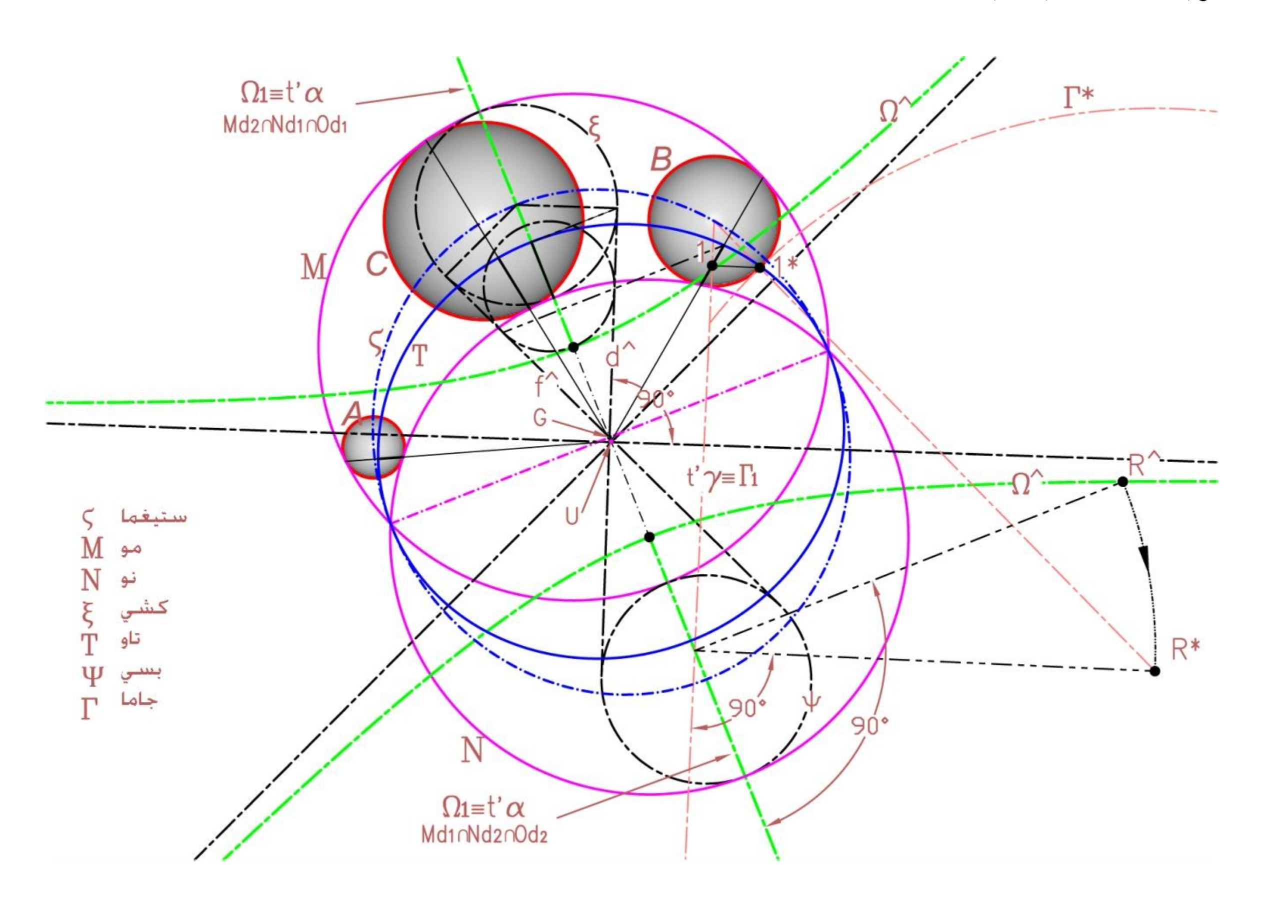



شكل74/5: التحقق من وجود تماس بين الكرة ϙ (كوبا) والكرات المعلومة ABC. مركز ϙ ينتمي إلى قطع زائد W، ناتج من تقاطع ثلاثة أسطح زائدة دورانية. (الباحث)

### 6-1-2-5 تحديد الخطوط المتقاربة للقطع الزائد

يمكن تحديد الخطوط المتقاربة (Asymptote) *للقطع الزائد* Ω باعتبار *الكرات المعلومة ABC* جزء من *تحول* هوموثيتي [1] (homothety) . الدالة الحدودية (Edge directrix) لهذا التحول تتكون من دائرتين M N مركزهما تتطابق مع قمتا القطع الزائد Ω.

*ملاحظة: في هذا الشرح يمكن إتباع الأشكال 75/5 و 76/5 ، بالإضافة إلى الشكل 77/5 الذي يظهر حالة مشابهة لنفس الحالة المعنية، أنشىء بهدف تمييز بعض النقاط الهامة التي تبدو في الشكل 75/5 تقريباً متطابقة فيما بينها.*




شكل75/5: يتم تحديد الخطوط المتقاربة للقطع الزائد أوميغا بواسطة عملية تحول هوموثيتي للكرات الثلاثة المعلومة. حيث مركز التحول النقطة G، ومحور التحول الإهليج ستيغما. (الباحث)

محور التحول الهوموثيتي للكرات الثلاثة ABC، يتكون من إهليج ς (ستيغما). مركز هذا الإهليج يتطابق مع نقطة تقاطع محوري (العرضي والطولي) القطع الزائد Ω. أطراف المحور الأكبر للإهليج ς تتطابق مع مركزي الكرات Ψ (بسي) و ξ (كشي) التي تنتمي للمستوى α المار بالقطع الزائد Ω. أما المحور الأصغر للإهليج ς، فيتم تحديد كل طرف منه كالآتي: - من مركز الإهليج ς نرسم خط عمودي الأثر

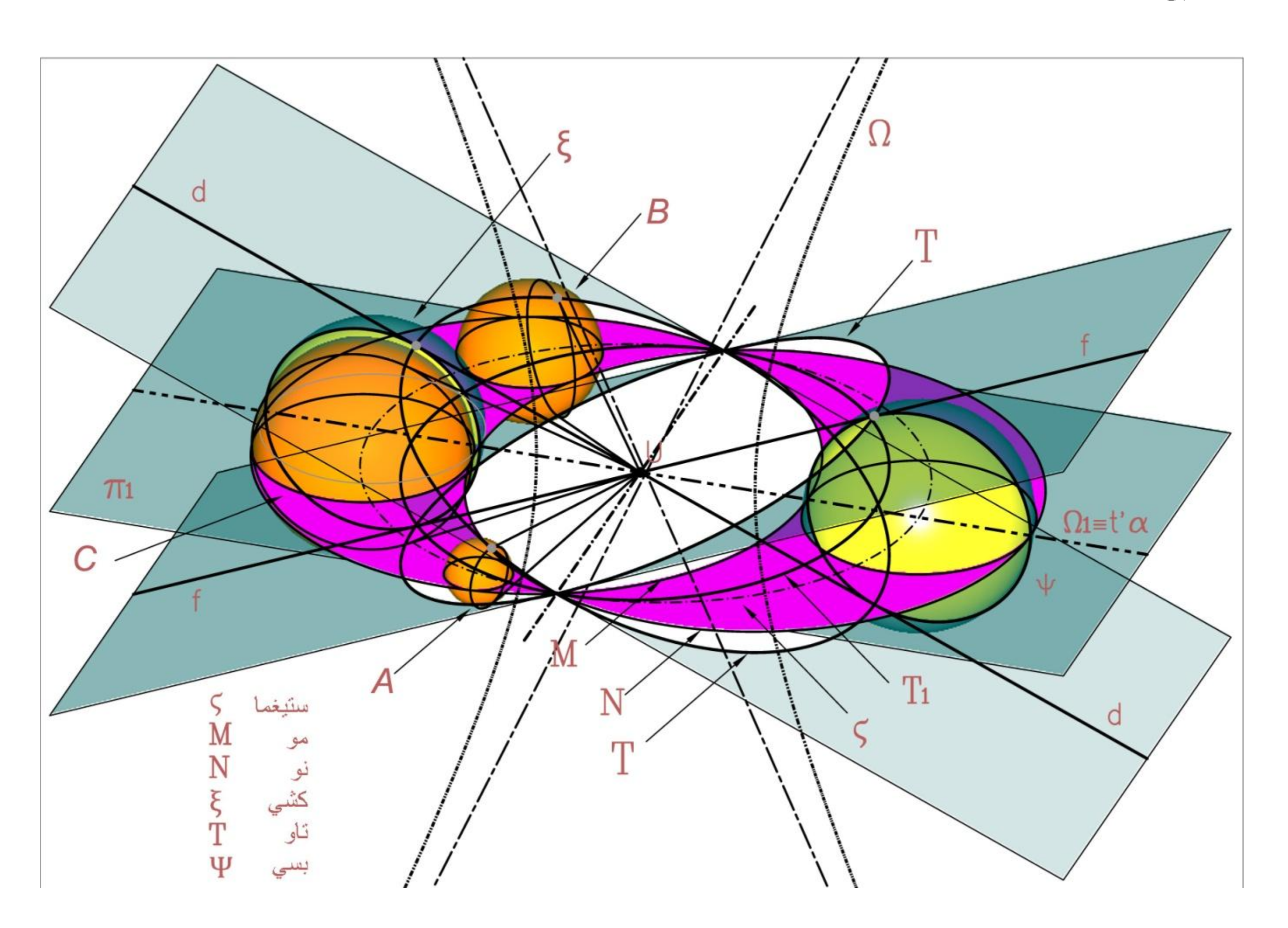
---

[1] حيث يعرف الهوموثيتي (homothety) بذلك النوع من العلاقات التقابلية بين أشكال مستوية أو فراغية. حيث النقط المتقابلة تصطف على نفس الخط المار بمركز التقابل، والخطوط المتقابلة تلتقي في نقط لانهائية ( أي متوازية لبعضها البعض) . باختصار الأشكال المتقابلة تحافظ على نفس الشكل بعد عمليات التحول مثل الدوران، الانزلاق، الانقلاب، التكبير التصغير. (Catastini 2003).

$t'\alpha$، حيث هذا الخط يقابل الدائرتين N M في نقطتين. بتوصيل كل نقطة منهما بمركز دائرتها ، نحصل على خطين. في نقطة تقابل هذه الخطوط نجد واحد من أطراف المحور الأصغر للإهليج ϛ. الطرف الآخر يمكن إيجاده بسهولة عن طريق التناظر بين هذه الأطراف بالنسبة للمحور الأكبر لنفس الإهليج ϛ.

ومن الجدير بالذكر أن مراكز الكرتين ξ و Ψ تنتمي للمستوى $\alpha$ الذي يمر بالقطع الزائد Ω ويمثل مستوى تناظر التحول الهوموثتي.

نمضي قدماً في تحديد مركز التقابل العكسي بين الكرتين ξ و Ψ ، ومنه نرسم خطين d، f متماسين لنفس الكرات. بهذه الطريقة الخطين العموديين على d، f والمارين بالنقط المحورية M (نقطة تقاطع المحوريين الطولي والعرضي للقطع Ω ) يمثلان خطي تقارب (Asymptote) القطع الزائد Ω . مع العلم أن هذه الخطوط المتقاربة تمر بمركز واحد من الكرتين ξ و Ψ ( مثلاً ξ) وتكون بالتوالي موازية للخطين d، f.




شكل76/5 : الأكسونومتري يعرض التحول الهوموثتي للكرات الثلاثة المعلومة ABC. حيث الدائرتين M N يمثلان الدالة الحدودية ، والإهليج ستيغما المار بمراكز ABC يمثل المحور الأساسي للتحول. وهناك أيضا المستويين المتماسين الكرات المعلومة وفقاً لدائرتين متماثلتين بالنسبة لمستوى مراكز نفس الكرات. كل مستوى يتم تحديده من واحد من الخطين d f، ومن الخط الواصل نقاط تقاطع الدائرتين M N. خطي التقارب للقطع الزائد Ω يمر كلاهما بالنقطة المحورية M، ويكون اتجاههما عمودي بالتوالي على d f. (الباحث)

نقاط المماس (مثل النقطة 1)، بين الكرات الثلاثة المعلومة ABC والكرات مثل $\Gamma$ التي مركزها تقع في نقاط (مثل R) منتمية للقطع الزائد $\Omega$ ، تحدد بواسطة مستويات عمودية على مستوى مراكز ABC ومارة بالنقطة G (مركز تقابل التحول الهوموثتي) . من بين العدد اللانهائي من الكرات الماسة ABC ، يوجد أيضا حالات شاذة مراكزها تقع في نقط لانهائية. هذه الحالات تتمثل في مستويين، ميلان كل منهما يحدد بالاتجاه العمودي على واحد من الخطين d، f . الخط المشترك لهذه المستويات يحدد بإيصال نقاط تقاطع الدائرتين M N.

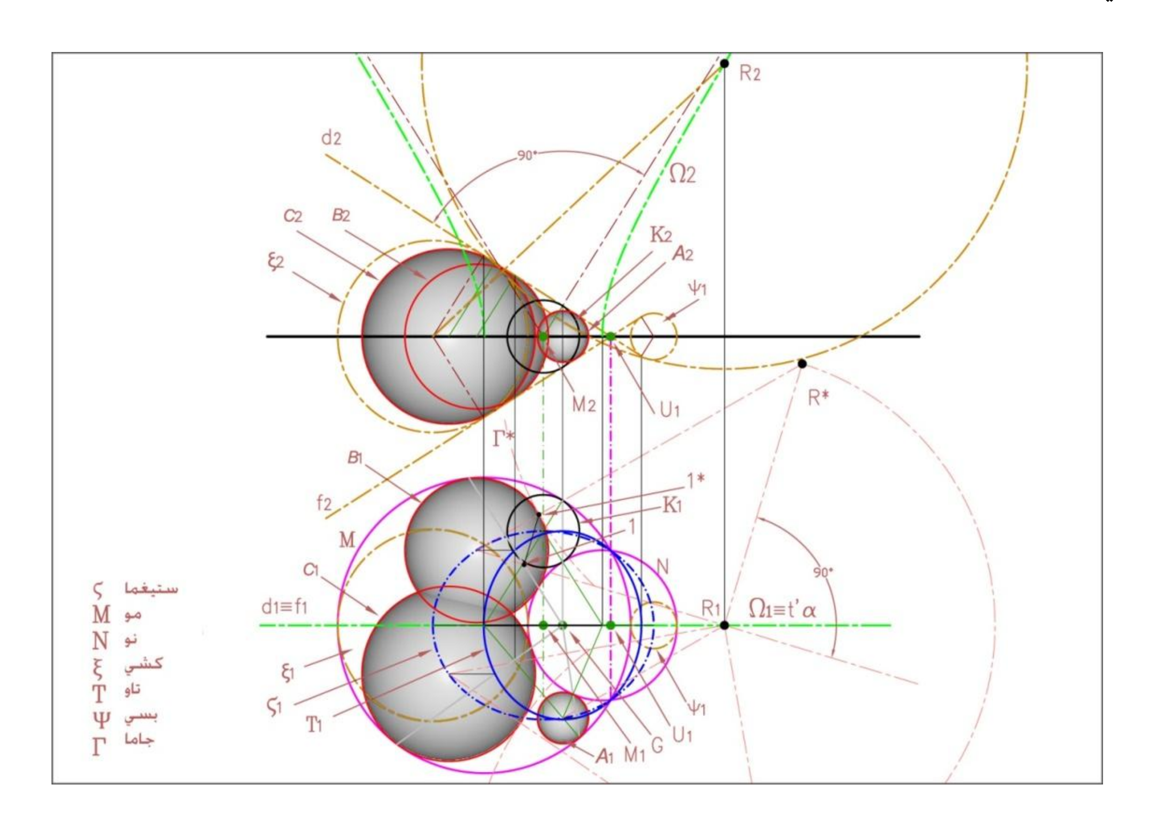
ويلاحظ في الشكل75/5 أن ^d ^f يمثلان انقلاب الخطين d f (على مستوى الإسقاط الأفقي $\pi 1$) اللذين ينتميان للمستوى $\alpha$. الذي بدوره يمثل مستوى تماثل التحول الهوموثيتي للكرات المعلومة ABC.

كما قلنا سابقاً، هناك مستويين ماسين للكرات المتحولة ( homothetic transformation of spheres) . المحل الهندسي لنقاط التماس يتكون من دائرتين متماثلتين بالنسبة للمستوى المار بمراكز الكرات الثلاثة المعلومة ABC (شكل76/5). الإسقاط الأفقي $T1$ لواحدة $T$ (تاو) من هذه الدوائر يتحول إلى إهليج. نحصل على أطراف محور $T1$ الأكبر بإسقاط نقاط تماس بين الخطوط d f والكرات $\Psi$ $\xi$ . للحصول عل أطراف المحور الأصغر للإهليج $T1$: نشرع بتحديد الكرة K التي مركزها في نقطة التقابل بين الإهليج ج والخط العمودي على $t'\alpha$ والمار بالنقطة M ؛ في الإسقاط الرأسي نرسم من مركز K خط عمودي على واحد من الخطوط d f الذي يقابل مثلاً d في نقطة (التي تمثل نقطة التماس بين d والكرة K). الإسقاط الأفقي لهذه النقطة يمثل واحد من أطراف المحور الأصغر للإهليج $T1$.

والاستنتاج المثير للاهتمام والذي اكتشفناه في العمليات السابقة يكمن في طريقة ثانية لتحديد القطع الزائد أوميغا. الذي يمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات الثلاثة المعلومة ABC. علماً بأن الطريقة الأولى المعتمدة سابقاً لإيجاد هذا المحل الهندسي تكمن في تحديد القطع الزائد أوميغا كتقاطع بين ثلاثة أسطح زائدة دورانية. أما الطريق الجديدة فهي تجد حل في التحول الهوموثيتي للكرات الثلاثة المعلومة، والتي يمكن تلخيصها كالأتي:

- نحدد الدائرتين M N كدالة حدودية للتحول الهوموثيتي بين الكرات الثلاثة المعلومة ABC. عملياً: – ينبغي قطع الكرات الثلاثة بالمستوى $\pi_1$ المار بمراكز نفس الكرات. ومن ثم تحديد الدائرتين M N الماستين مقاطع الكرات المعلومة (في هذه الحالة التماس مباشر).
- نحدد مستوى التناظر $\alpha$ للتحول الهوموثيتي. الخط $t'\alpha$ الذي يمر بمراكز الدائرتين M N يمثل تقاطع المستوى $\alpha$ مع المستوى $\pi_1$ المار بمراكز الكرات ABC . يجدر العلم أن $t'\alpha$ يمثل خط التقاطع بين مستويي تناظر التحول الهوموثيتي. اللذين هما مستوى التناظر العرضي $\pi_1$ (المار بمراكز الكرات الثلاثة ABC ) ومستوى التناظر الطولي $\alpha$ المار بمركزي الدائرتين M N والعمودي على $\pi_1$.
- من بين الكرات المتحولة يتم تحديد الكرتين $\Psi$ $\xi$ اللتين تقع مراكزهما على الخط $t'\alpha$.

– نحدد القطع الزائد $\Omega$ كمحل هندسي للكرات الماسة الكرتين $\Psi$ $\xi$. ومن الجدير بالأهمية أن $\Omega$ تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة أيضاً جميع الكرات المشمولة في التحول الهوموثيتي، بما في ذلك الكرات الثلاثة المعلومة.




شكل 77: الرسم يعرض حالة مشابهة لتلك المعروضة في الشكل5. الهدف توضيح بعض النقاط الهامة مثل النقطة G (مركز التحول الهوموثيتي للكرات المعلومة ABC)؛ والنقطة U (حيث يمر الخط المشترك للمستويين المتماسين الكرات المعلومة)؛ والنقطة M (نقطة تقابل محوري القطع الزائد $\Omega$) . وعلاوة على ذلك، هذا الشكل يختلف في وجود الإسقاط الرأسي، مفيد للحصول على الميلان الحقيقي للمستويين المتماسين الكرات المتحولة ، وبالتالي ميلان خطي تقارب القطع الزائد $\Omega$. هذه العناصر في الشكل -- كان يمكن الحصول عليها بواسطة انقلاب $\alpha$ (مستوى تماثل الهوموثيتي) حول أثرة على $\pi 1$. (الباحث)

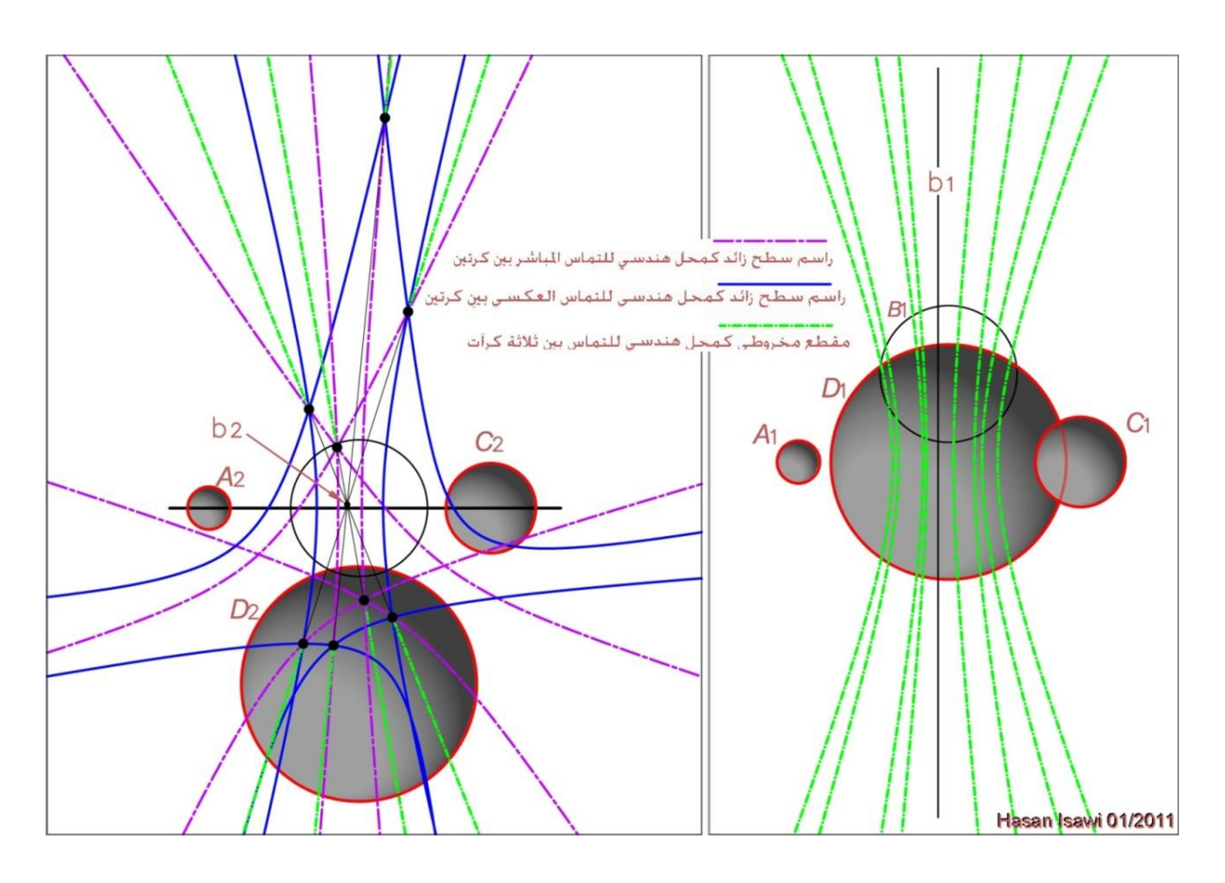
الخطوط المقاربة للقطع الزائد $\Omega$ ، تمر بالنقطة الوسطية بين قمتي $\Omega$ وتكون عمودية على الخطوط d f. هذه الخطوط d f تنتمي للمستوى التناظر الطولي $\alpha$ وتكون ماسة للكرتين $\Psi$ $\xi$.

المستويين المارين بالخطوط d f والماسين للكرات المتحولة ، يمثلان حالات خاصة لكرات مراكزها نقاط لانهائية. اتجاه هذه النقاط يحدد بنفس اتجاه الخطوط المقاربة للقطع الزائد أوميغا.

في الفقرة السابقة تحققنا من خلال عدة عمليات رسم من خصائص واحدة ($\Omega$) من القطع المخروطية الأربعة التي تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات المعلومة ABC . ورأينا أنه يمكن تحديد هذا $\Omega$ بطريقتين. واحدة منهما سمح لنا الحصول على $\Omega$ كنتيجة تقاطع ثلاثة أسطح زائدة (كل سطح منها يمثل المحل الهندسي لاثنتين من الكرات الثلاثة ABC). وخلال الطريقة كان من الممكن الحصول على $\Omega$ كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة كرات ناتجة من التحول الهوموثيتي للكرات الثلاثة المعلومة ABC. بطرق مماثلة يمكننا التحقق من خصائص التماس للقطع المخروطة الثلاثة المتبقية.

### 5-2-2- المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة ADC

في الحالة التي واجهناها سابقاً، كانت مراكز الكرات ABC منتمية إلى مستوى الإسقاط الأفقي. وهذا سهل عمليات الرسم المطلوبة. أما في حالة ADC (شكل78/5)، فينبغي قطع هذه الكرات بمستوى رأسي يمر بمراكز نفس الكرات وهكذا نحصل على ثلاثة مقاطع دائرية. ومن ثم نقلب المستوى القاطع على مستوى الإسقاط $\pi_1$، بهدف تسهيل عمليات الرسم على نفس $\pi_1$. نحدد المحل الهندسي لكل اثنتين من المقاطع الدائرية الثلاثة. وهكذا نحصل على ستة قطع التي تمثل رواسم أسطح زائدة دورانية. تقاطع هذه الأسطح (ثلاثي ثلاثي) يسمح لنا الحصول على أربعة قطع مخروطية كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات الثلاثة المعلومة ADC.

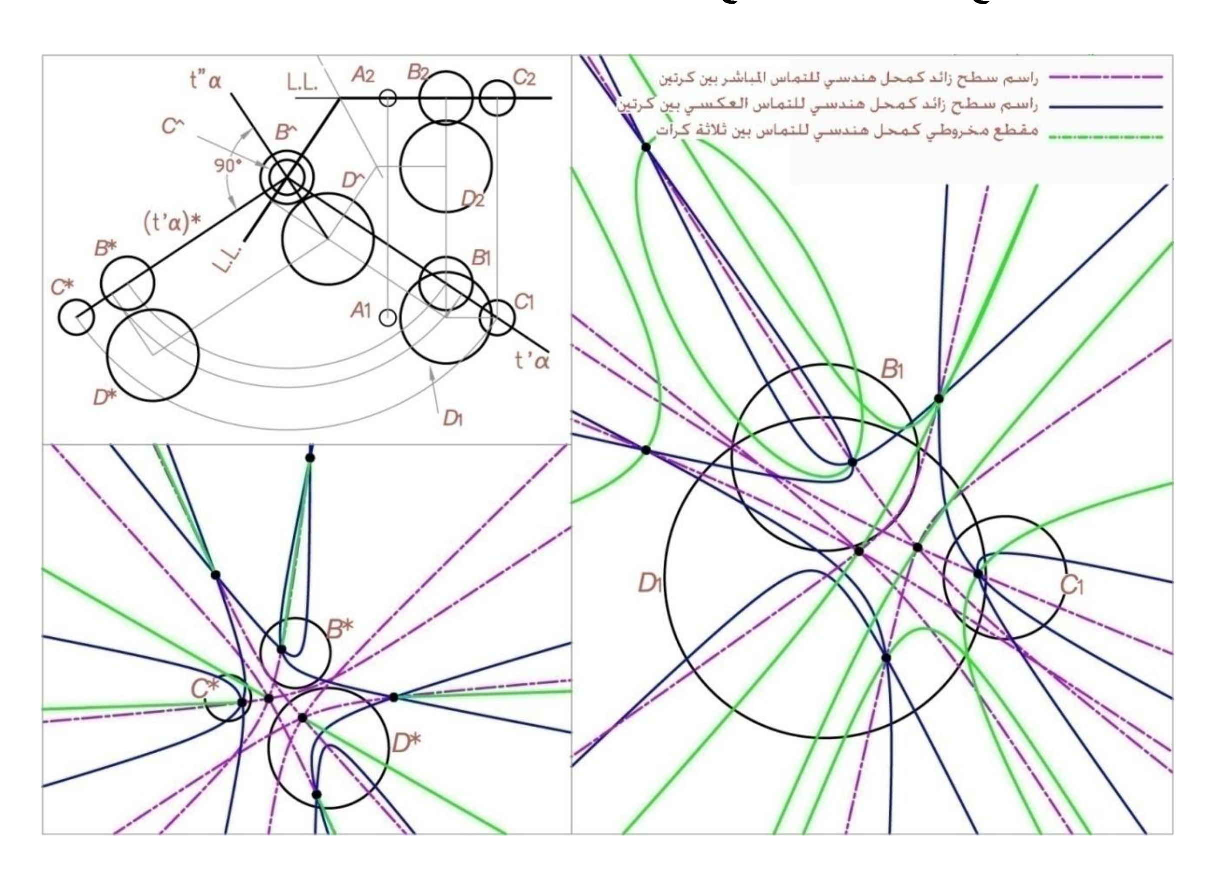



شكل78/5: تحديد القطع المخروطية الأربعة التي تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات ADC ( ثلاثة من الأربعة كرات المعطية ABCD).

من الجدير بالاهتمام معرفة ان القطع المخروطية الأربعة ( في هذه الحالة جميعها قطع زائدة) تنتمي إلى مستويات عمودية على مستوى مراكز الكرات الثلاثة ADC . هذه المستويات تشترك في خط واحد b. وسيكون من المثير للاهتمام التحقق من خصائص هذا الخط . والتحقق أيضا من خصائص النقطة المشتركة لجميع الخطوط (بما في ذلك b) التي يتم الحصول عليها في المجموعات الثلاث الأخرى. نذكر أن كل واحدة من هذه المجموعات تتشكل من ثلاثة كرات مختارة من أربعة كرات معينة ABCD.

### 5-2-3- المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة DBC

في هذه الحالة (الشكل 79/5) مراكز الكرات الثلاثة DBC تنتمي إلى مستوى $\alpha$ مائل بوضع عام. لذلك نحن بحاجة إلى تحديد أثار هذا المستوى ومن ثم العمل على قلبه على مستوى الإسقاط الأفقي $\pi 1$ . والشروع بعد ذلك على العمل بطريقة مماثلة للحالات السابقة. بالإشارة إلى هذه الحالة المعنية، الشكل79/5 مقسم إلى ثلاثة أجزاء:- الأول في أعلى اليسار، يمثل الإسقاطات المتعامدة للكرات الثلاثة DBCولأثار المستوى a المار بمراكز نفس الكرات. وفي نفس الجزء هناك أيضا وصف لعملية تطبيق المستوى $\alpha$.على مستوى الإسقاط الأفقي. الجزء السفلي للشكل يُظهر الإسقاطات المتطابقة (بالإشارة إلى $\alpha$) للأسطح الزائدة الستة (موضحة بالألوان الأسود والأرجواني). كل زوج من هذه الأسطح يمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة اثنتين من الكرات الثلاثة المعلومة DBC. الجزء السفلي للشكل يُظهر أيضاً المقاطع المخروطية الأربعة ( باللون الأخضر). تم الحصول على كل واحد من هذه المقاطع كنتيجة لتقاطع ثلاثة من الأسطح الزائدة الستة. أما الجزء الأيمن للشكل فيظهر الإسقاطات الأفقية لنفس العناصر: الأسطح الزائدة الستة والقطع المخروطية الأربعة.




شكل80/5: تحديد القطع المخروطية الأربعة التي تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات DBC ( ثلاثة من الأربعة كرات المعطية ABCD). (الباحث)

### 5-2-4- المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة ABD

هذه الحالة (شكل 80/5) تظهر وضع مشابه للحالة السابقة، حيث مراكز الكرات الثلاثة المختارة تنتمي إلى مستوى $\gamma$ في وضع عام. الإجراءات لحل مسألة إيجاد المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات المختارة ABD يمكن تلخيصها في ما يلي:

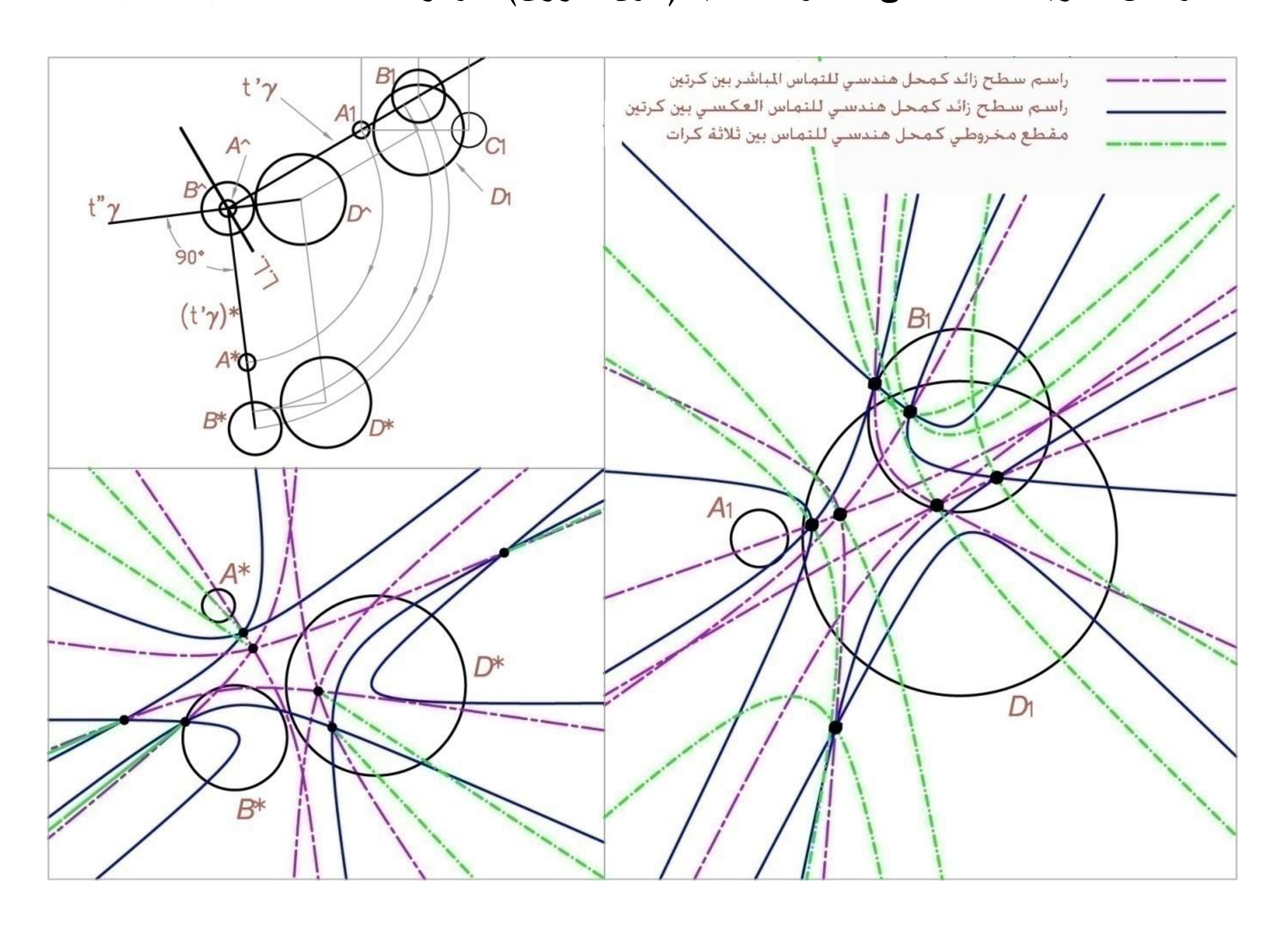
- نمرر بمراكز الكرات ABD مستوى $\gamma$. بحيث يمر الأثر الأفقي $t'\gamma$ للمستوى $\gamma$ بمراكز الكرتين AB التي تنتمي إلى مستوى الإسقاط الأفقي $\pi_1$
- نرسم خط الأرض المساعد بحيث يكون عمودي على $t'\gamma$ .
- نحدد الإسقاطات المساعدة A^ B^D^، للكرات ABD.
- نرسم الأثر الرأسي $t''\gamma$ بحيث يمر بالمراكز المتطابقة للإسقاطات A^ B^ وبمركز D^.
- نشرع بعملية قلب المستوى $\gamma$ حول $t''\gamma$ على $\pi_1$ وهكذا نحصل على الدوائر A*B*C*، كانقلاب للإسقاطات العمودية للكرات ABD على المستوى $\gamma$ .
- نحدد اثنين من القطع الزائدة كمحل هندسي للدوائر الماسة كل اثنتين من الدوائر A*B*C*. بهذه الطرقة نحصل ستة قطع زائدة كإجمالي لثلاثة مجموعات مكونة من اثنتين من الدوائر الثلاثة A*B*C*.
- نحدد ستة أسطح زائدة دورانية من خلال تعيين تلك القطع الزائدة بالتوالي كرواسم لنفس الأسطح.
- نحدد التقاطع بين الأسطح الزائدة بهدف الحصول على أربع قطع مخروطية . كل قطع منها ينتج كتقاطع لثلاثة من هذه الأسطح الزائدة. القطع الأربعة المخروطية تمثل المحل الهندسي المطلوب، ألا وهو المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات ABD.
- وأخيراً من أجل وضع القطع المخروطية الأربعة في الفراغ ، نشرع بعملة تقويم (عكس تطبيق) المستوى $\gamma$. من الجدير بالذكر أن هناك الحاجة إلى اثنتين من عمليات التقويم، الأولى حول الأثر الرأسي $t''\gamma$ والثانية حول خط الأرض المساعد L.L.

### 5-3-4-1- التحقق من طبيعة الخط المشترك لمستويات القطع الزائدة الأربعة

كما رأينا سابقاً المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة ثلاثة كرات معلومة ABD، يتكون من أربع قطع مخروطية. وأن هذه القطع تنتمي إلى مستويات تشترك في خط m اتجاهه عمودي على المستوى المار بمراكز الكرات ABD. بهدف مواجهة طريقة ثانية لتحديد هذا الخط المشترك، ينبغي إتباع الإجراءات التالية (شكل81/5):

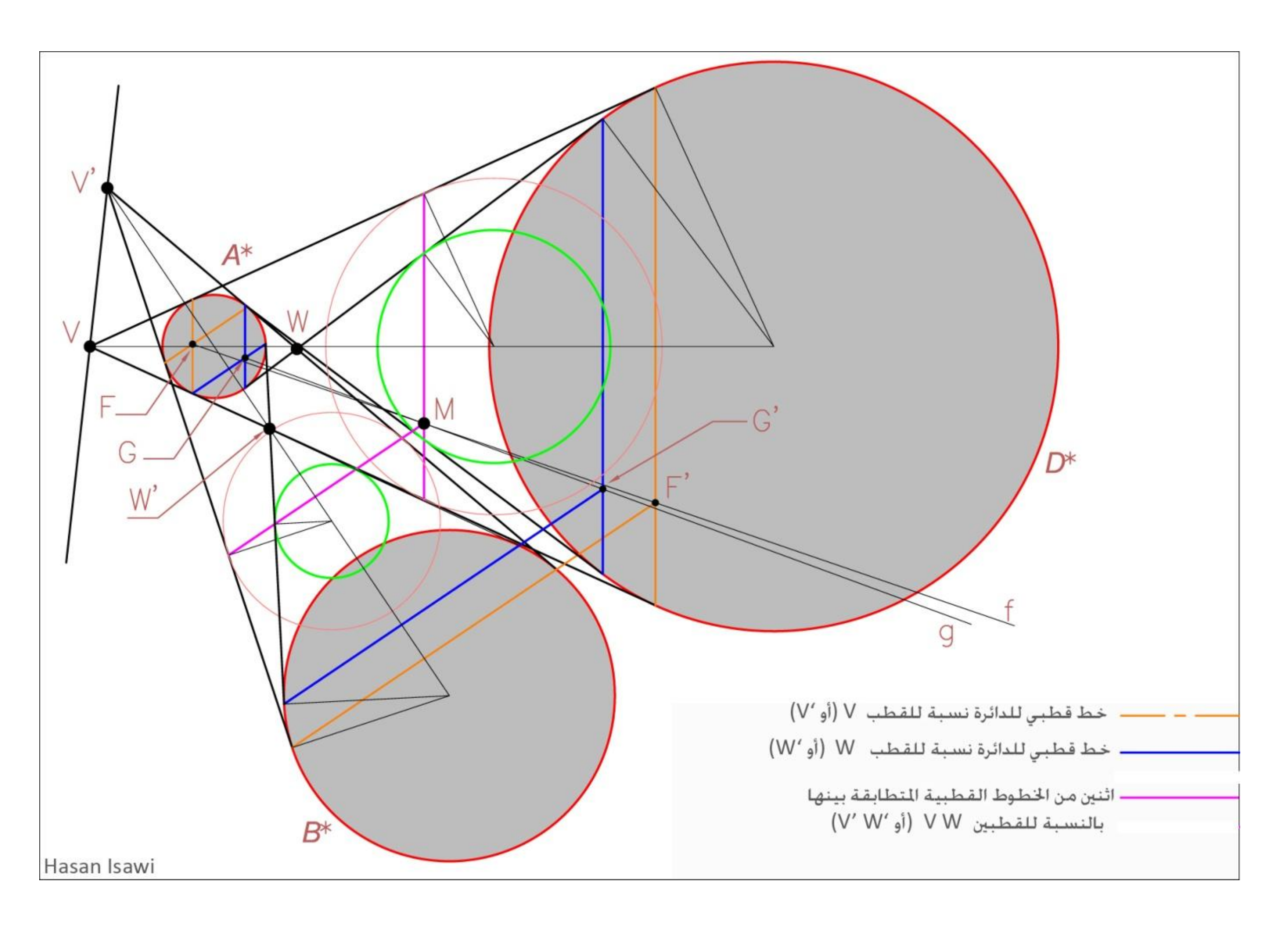
- نقطع الكرات ABD بمستوى مار بمراكزها وهكذا نحصل على ثلاثة دوائر A*B*D* .
- نحدد النقطة V كمركز للتقابل المباشر بين الدائرتين A*D* . وبالمثل نحدد W كمركز للتقابل العكسي بين نفس الدائرتين A*D* .

- باعتبار V قطب للدائرتين A*D* ، نحدد الخطوط القطبية لنفس الدوائر. علماً بأن الخط القطبي لدائرة A* يحدد برسم خطين من النقطة V متماسين A* . بتوصيل نقطتي التماس بين بعضهما نحصل على الخط القطبي لدائرة A*. وبالمثل نجد الخطوط القطبية للدوائر A* D* بالنسب للقطب V.
- وبنفس الطريقة نحصل على الخطوط القطبية (اللون الأزرق) للدوائر A* B*D* بالنسبة للقطب W




شكل81/5: تحديد القطع المخروطية الأربعة التي تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة الكرات ABD ( ثلاثة من الأربعة كرات المعطية ABCD). (الباحث)

- نحدد النقطة F كتقاطع بين الخطوط القطبية للدائرة A* بالنسبة للقطب V V'. ثم النقطة F' كتقاطع بين الخطوط القطبية للدوائر B* D* بالنسبة لنفس الأقطاب V V'. بتوصيل النقطتين F F' نحصل على الخط f.
- وبالمثل نحدد النقطة G كتقاطع بين الخطوط القطبية للدائرة A* بالنسبة للأقطاب W W'. ثم النقطة G' كتقاطع بين الخطوط القطبية للدوائر B* D* بالنسبة لنفس الأقطاب W W'. بتوصيل النقطتين G G' نحصل على الخط g.
- نحدد النقطة M كتقاطع بين الخطين f g.
- وأخيراً الخط المطلوب هو الذي يمر بالنقطة M ويكون عمودي على المستوى المار بمراكز الكرات المعلومة ABD.
- والجدير بالذكر أن الخط المار بالنقطة M والموازي لقطب واحدة من الدوائر الثلاثة A*B*D* ، مثلاً D*، يمثل قطبين متطابقين لاثنتين من الدوائر المتقابلة للدائرة A*.




شكل5/ 82 طريقة ثانية لإيجاد الخط المشترك للمستويات التي تمر بالقطع المخروطية الأربعة (محل مراكز الكرات الماسة لثلاثة كرات AB D) . (الباحث)

### *5-2- نتائج ما سبق*

ولكن قبل استكمال حل مسألة تحديد الكرات الماسة أربعة كرات معلومة، من الضروري إعطاء نظرة عامة لنتائج التي توصلنا إليها في الفقرات السابقة:

- يوجد ثمانية دوائر ماسة لثلاثة دوائر معلومة abc (غير شاذة).
- وفقاً لنوع التماس (مباشر أو عكسي) يمكن تقسيم الثمانية دوائر إلى أربع أزواج . حيث هناك زوج واحد متماس الدوائر المعلومة abc بطريقة مباشرة. وبالتالي جميع الأزواج المتبقية تكون ماسة abc بطريقة عكسية.
- كل زوج من هذه الدوائر الماسة، يمكن أن تكون دالة حدودية ( Edge directrix) لسطح حلقي (Torus) براسم متغير ( variabile generating line). أي سطح محيط ( enveloping) تحول هوموثيتي للكرات الثلاثة المعلومة.
- يجدر الملاحظة أنه عندما تكون الكرات الثلاثة المعلومة بنفس القطر، السطح الحلقي يكون دوراني. في هذه الحالة الدالة الحدودية تكون مكونة من دائرتين بنفس المركز. المحور الرئيسي لهذا السطح تتكون من دائرة مارة بمراكز الكرات الثلاثة المعلومة. ويوجد أيضا سطحين متناظرين بالنسبة

لمستوى التناظر العرضي (المستوى المار بمراكز الكرات المعلومة) ومتماسين سطح الحلقي . وفي هذا الصدد ، هناك عدد لا حصر له من مستويات التناظر الطولية للسطح الحلقي جميعا تمر بمحور دوران نفس السطح.

- عندما تكون الكرات الثلاثة المعلومة غير متساوية (مثلا ABC)، ينتج هناك أربعة أسطح حلقية محيطة بتلك الكرات.
- عندما تكون كرتي الدالة الحدودية، الوحدة داخل الأخرى، التماس يكون مباشر وبالتالي يمكن إنشاء سطح حلقي واحد محيط بالكرات الثلاثة المعلومة. في هذه الحالة من بين "الكرات المتحولة" (الكرات الناتجة من التحول الهوموثيتي للكرات الثلاثة المعلومة) لا يوجد أي كرة نصف قطرها يساوي صفر.
- عندما تكون كرتي الدالة الحدودية متقاطعة بينها، التماس يكون عكسي وبالتالي يمكن إنشاء ثلاثة أسطح حلقية محيطة بالكرات الثلاثة المعلومة. في هذه الحالات يوجد من بين الكرات المتحولة اثنتين نصف قطر كل منهما يساوي صفر.
- المحور ألدليلي (directrix axis) للسطح الحلقي المحيط ثلاثة كرات معطية ABC يتكون من إهليج يمر بمراكز الكرات المتحولة (أي الكرات الناتجة من التحول الهوموثيتي ل ABC).
- السطح الحلقي المحيط ثلاثة كرات ABC يسمح بوجود سطحين تناظر عموديين فيما بينهما (عرضي وطولي). سطح التناظر العرضي هو الذي يمر بمراكز الكرات ABC. وسطح التناظر الطولي هو الذي يمر بمراكز كرتي الدالة الحدودية.
- محور دوران السطح الحلقي هو الخط الذي ينتمي لسطح التناظر الطولي ويمر بمركز التقابل العكسي لدائرتي الدالة الحدودية MN.
- السطح الحلقي K المحيط بالكرات الثلاث ABC يسمح بوجود سطحين ماسين لنفس السطح . كل سطح منهما يمس K وفقاً لدائرة. وبما أنه يمكن إنشاء أربعة أسطح حلقية محيطة للكرات الثلاثة المعلومة ABC. فمجموع المستويات الماسة الكرات ABC يكون ثمانية. باختصار هناك ثمانية مستويات ماسة ثلاثة كرات ABC (بشرط أن لا تكون كرات متساوية ولا مصطفة بينها).
- عندما تكون دائرتي الدالة الحدودية للسطح K الواحدة داخل الأخرى، كل مستويين متماسين K ومتناظرين بينهما يكون لهما خط مشترك t خارجي بالنسبة للدائرتين M N.
- عندما تكون دائرتي الدالة الحدودية M N للسطح K متقاطعتان بينهما. كل اثنين من الثمانية مستويات الماسة K يكون لهما خط مشترك t مار بنقاط تقاطع M N.
- المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة ثلاثة كرات معلومة يتكون من أربعة قطع مخروطية. التي تنتمي إلى مستويات عمودية على مستوى التناظر العرضي للكرات ABC (المار بمراكز ABC) . هذه المستويات الأربعة لها خط مشترك عمودي على مستوى التناظر العرضي ومار بمركز التقابل العكسي بين دائرتي الدالة الحدودية M N للسطح K.
- كل واحد (مثل Ω) من هذه القطع المخروطية ، ينتمي إلى مستوى التناظر الطولي للسطح الحلقي K. ويمكن إيجاد كل واحد من القطع المخروطية (التي تمثل المحل الهندسي للكرات الماسة ABC) بواسطة طريقتين: الأولى تكمن في إيجاد Ω كتقاطع بين ثلاثة من الأسطح الزائدة التي تمثل مثنى

مثنى المحل الهندسي للكرات الماسة اثنتين من الكرات ABC. الطريقة الثانية تكمن في إيجاد Ω كمحل هندسي للكرات الماسة اثنتين من الكرات المتحولة. التي مراكزهما تنتميان لمستوى التناظر الطولي.

- من الجدير بالذكر أن الكرات التي مراكزها تنتمي لواحد من القطع الزائدة الأربعة تمس جميع الكرات المتحولة لكل سطح حلقي K.

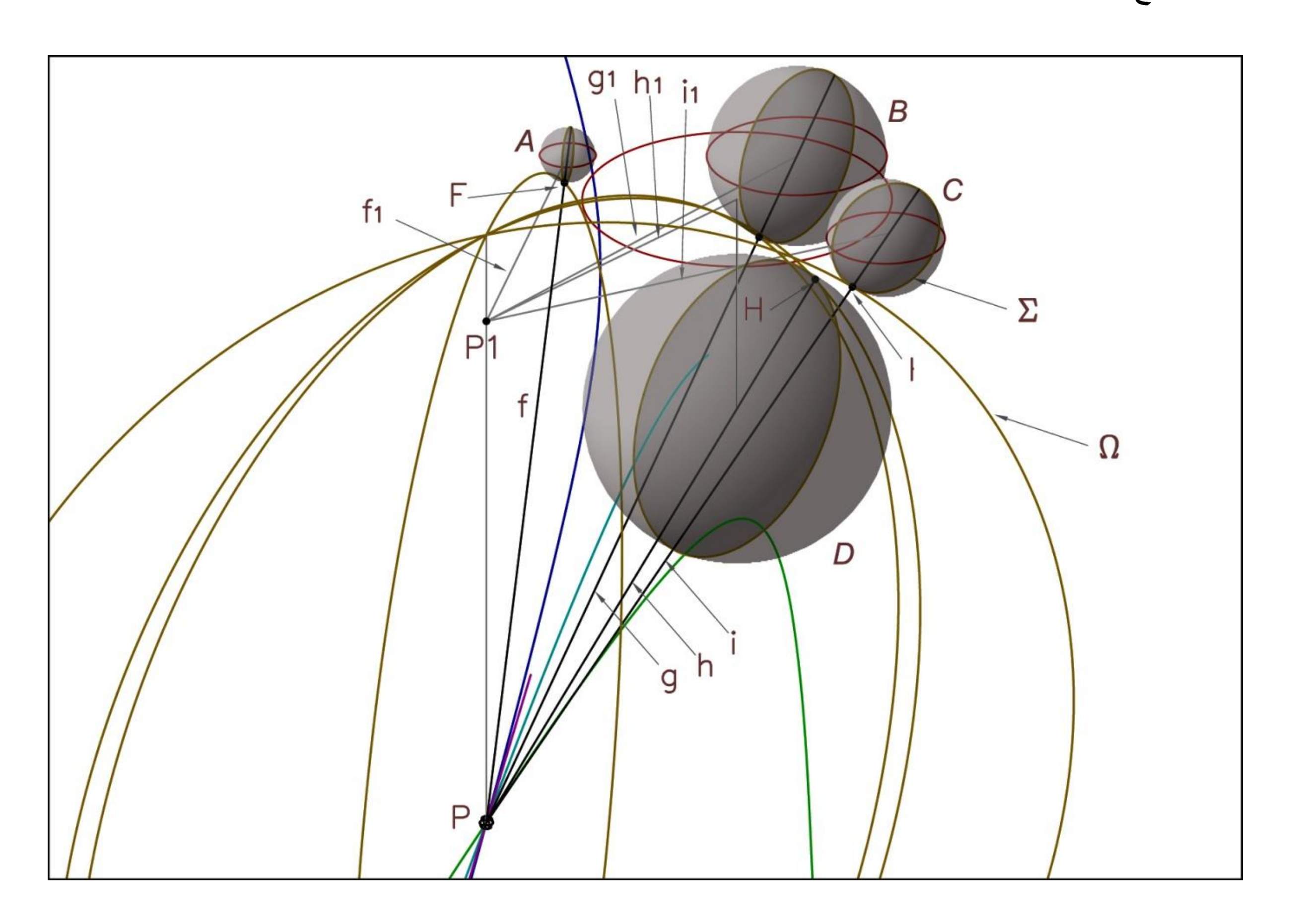
### 5-2- تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة أربعة كرات معلومة

لقد رأينا حتى الآن أنه من الممكن تحديد المحل الهندسي لمراكز ثلاثة ABC من الكرات الأربعة المعلومة ABCD. وأن هذا المحل مكون من أربعة قطع مخروطية ناتجة من تقاطع ستة أسطح زائدة . وان كل واحد (مثل Ω) من هذه القطع يكون مشترك بين ثلاثة من هذه الأسطح الزائدة. وأن كل زوج من هذه الأسطح تمثل المحل الهندسي لمراكز الكرات الماسة اثنتين AB من الكرات الثلاثة المعتبرة ABC. وأنه عندما نقطع هاذين السطحين والكرتين AB بأي مستوى مار بالمركزين AB نحصل على دائرتين a b واثنتين من القطع الزائدة. التي تمثل المحل الهندسي لمراكز الدوائر الماسة الدائرتين a b.

الخطوات الإجرائية يمكن سردها بالترتيب كما يلي:

- نقسم الكرات الأربعة المعطية ABCD إلى أربعة مجموعات. كل مجموعة منها مكونة من ثلاثة كرات ABC،ABD ACD ،.BCD
- نقسم كل مجموعة من ثلاثة كرات ABC إلى ثلاثة مجموعات، كل منها مكونة من كرتين *AB*،*AC* ، *BC*.
- نقطع كل مجموعة مكونة من كرتين *AB* بمستوى مار بمراكز *AB* . وهكذا نحصل على دائرتين ab لكل مجموعة *AB*.
- نحدد اثنتين m n من القطع المخروطية كمحل هندسي للدوائر الماسة لكل مجموعة مكونة من دائرتين ab .في هذه الحالة التي تكون فيها الدائرتين منفصلتين، المحل الهندسي يكون مكون من اثنتين من القطع الزائدة.
- نحدد اثنين M ،N من الأسطح الزائدة كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة كل مجموعة مكونة من كرتين *AB*. *حيث رواسم تلك الأسطح تكون بالتوالي اثنتين من القطع الزائدة* m n. التي تمثل محل- التماس لنفس الكرتين *AB* . وهكذا نحصل عل ستة أسطح زائدة لكل مجموعة مكونة من ثلاثة كرات ABC.
- نحدد أربعة قطع مخروطية كمحل هندسي لمراكز الكرات الماسة كل مجموعة مكونة من ثلاثة كرات ABC . حيث نحصل على كل واحدة من القطع المخروطية الأربعة كتقاطع بين ثلاثة من الأسطح الزائدة الستة. وهكذا نحصل على ستة عشر قطع مخروطية كمجموع لمحلات التماس للأربعة كرات المعطية.

- أخيرا نحدد ستة عشرة نقطه كمراكز للكرات الماسة الكرات الأربعة المعلومة. كل مركز ينتج من تقاطع ثلاثة من الستة عشر قطع مخروطية ، علماً بان كل أربعة مراكز تنتمي إلى كل واحدة من هذه القطع.




شكل83/5 : التحقق من وجود شروط التماس بين واحدة من الكرات الستة عشر والكرات الاربعة المعلومة. (الباحث)

**5-3-1- التحقق من حالة التماس بين واحدة من الكرات الستة عشر المطلوبة والكرات الأربعة المعلومة**

التحقق من واحدة من النقاط الستة عشر كمركز لكرة $\Lambda$ ماسة جميع الكرات الأربعة المعطية ABCD ، يمكن أن ينفذ على النحو التالي (شكل 82/5) :

- نختار النقطة P من بين الستة عشر نقطة المحددة سابقاً،
- نوصل النقطة P مع مراكز الدوائر المعلومة ABCD وهكذا نحصل على على الخطوط f g h i
- نختار واحدة من هذه الخطوط، مثلاً i، ونمرر بها مستوى رأسي $\eta$ (ايتا) .
- نحدد الدائرة $\Sigma$ كتقاطع بين المستوى $\eta$ والكرة C
- نجد نقطة التقاطع I بين الخط i والمقطع الدائري $\Sigma$ .
- نرسم الدائرة $\mathbb{E}$ التي مركزها في النقطة P ونصف قطرها المستقيم P-I .
- الدائرة $\mathbb{E}$ تمثل مقطع للكرة $\Lambda$ اجري بالمستوى $\eta$ . علماً بأن $\Lambda$ هي واحدة من الستة عشر كرة المطلوبة .

- نكرر الخطوات المذكورة أعلاه لإيجاد النقاط FGH كتقاطع بين الخطوط الثلاثة fgh مع الكرات المتبقية ABD
- نرسم ثلاثة دوائر مراكزها تتطابق في النقطة P وأنصاف أقطارها بالتوالي المستقيمات G−P، F-P، H-P
- وأخيراً نتحقق من حالة التماس بين الكرة Λ والكرات المعلومة ABCD إذا وفقط إذا كانت متساوية المستقيمات G−P، F-P، H-P ، I-P . بكلمات أخرى: المستقيمات تمثل أنصاف أقطار أربعة دوائر عظمى حصل عليها كتقاطع بين أربعة مستويات والكرة المعتبرة Λ. وبما أن هذه المستويات تقطع أيضا الكرات المعلومة وفقاً لأربعة دوائر عظمى. فحالة التماس بين Λ والكرات المعلومة تتحقق إذا نتج أن كل اثنين من هذه القطع الدائرية (متحدة المستوى) يكونان متماسان فيما بينهما.

### 5-3-2- التحقق من حالة التماس بين كرة معلوم مركزها وأربعة كرات معلومة ( إسقاطات مونج)

خلافاً لما ورد في الفقرة السابقة، حيث نفذت عمليات الرسم في الفراغ، في هذا الفقرة نريد استخدام طريقة مونج بهدف للتحقق من موضع واحدة من ستة عشرة نقطة (التي حددت سابقاً) كمركز لكرة ماسة الكرات الأربعة المعلومة

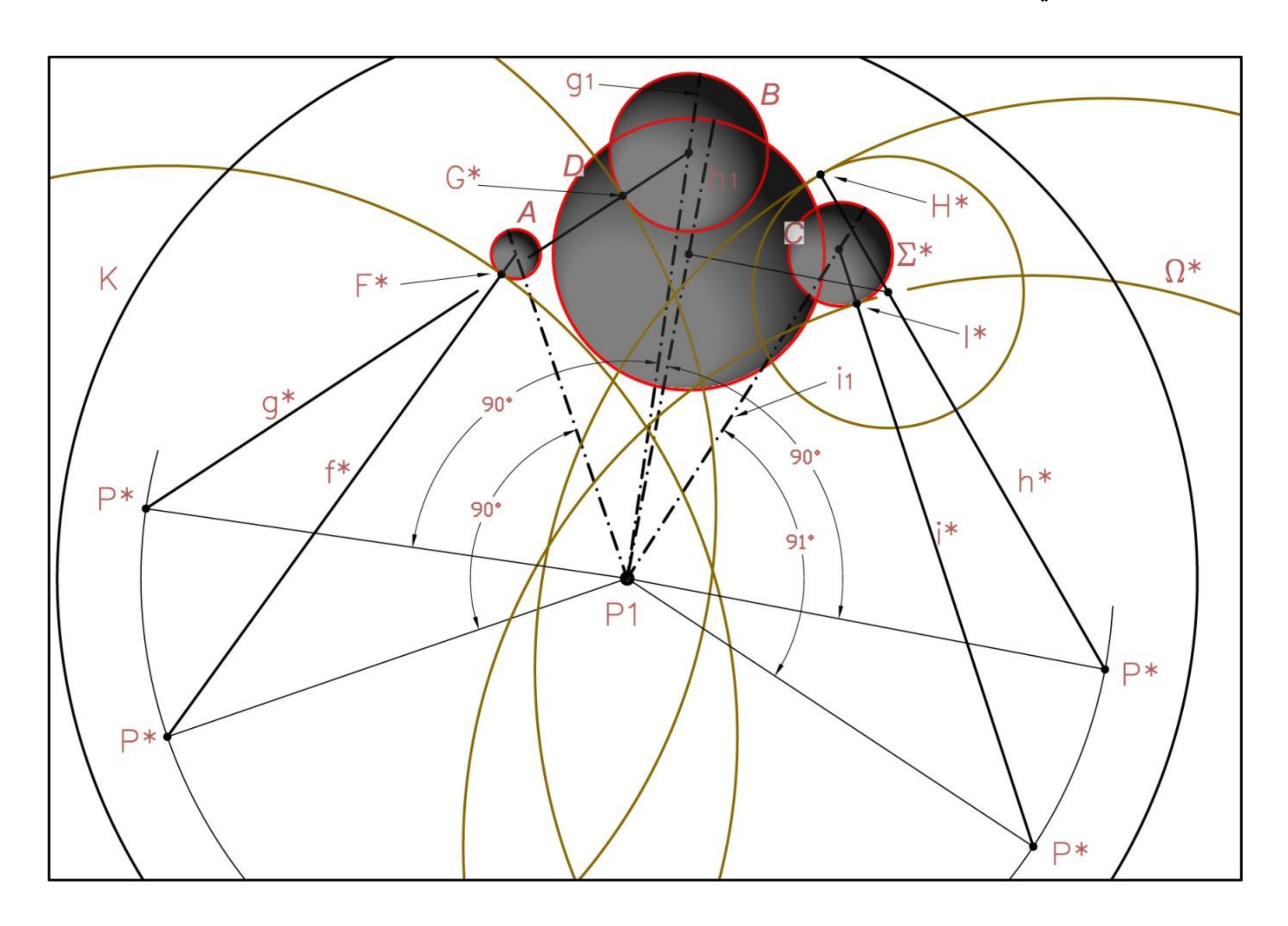
وبما أن طريقة مونج تعتمد أساساً على مفهوم قلب الإشكال الفراغية على نفس المستوى (بالتحديد مستوى الإسقاط الأفقي) وبالتالي تسمح بإنتاج رسومات تقنية ملائمة لعمليات التحقق بسهولة من النتائج المرجوة.

في الحالة المعنية الإشكال التي ستقلب هي مقاطع مستوية لخمسة كرات، حيث أربعة منها هي الكرات المعلومة ABCD، أما لخامسة Kفهي الكرة التي ينبغي أن تكون ماسة للكرات المعلومة. يتم الحصول على هذه المقاطع بواسطة مستويات رأسية تشترك في خط واحد مار بمركز الكرة المطلوبة K.

باختصار، بمجرد الحصول على الستة عشرة نقطة كنتيجة لتقاطع القطع المخروطية المذكورة سابقاً، نشرع كما في الخطوات التالية على إجراء عملية التحقق من موضع واحدة من هذه النقاط كمركز لكرة ماسة الكرات الأربعة المعلومة ABCD (شكل 83/5) :

- نختار النقطة P من بين النقاط الستة عشر التي حددناها سابقاً، كمركز لكرة K ينبغي أن تكون ماسة جميع الكرات المعلومة ABCD.
- نمرر خط i بالنقطة P وبمركز واحدة من الكرات المعلومة (مثلاً بمركز الكرة C). الإسقاط الأفقي $i_1$ للخط i يمر بنقطتين هما الإسقاط الأفقي $P_1$ للنقطة P ومركز الكرة المعتبرة C.
- نمرر مستوى رأسي $\eta$ بالخط i بحيث يكون عمودي على مستوى الإسقاط $\pi_1$ . الأثر الأفقي $t'\eta$ للمستوى $\eta$ يتطابق مع الإسقاط الأفقي $i_1$ للخط i.

– نحدد الدائر $\Sigma$ كنتيجة لتقاطع الكرة بالمستوى $\eta$ . الإسقاط الأفقي $\Sigma_1$ للدائرة $\Sigma$ يتطابق مع الأثر الأفقي $t'\eta$ للمستوى $\eta$. قطر الدائرة $\Sigma$ يساوي المستقيم المحدد من نقاط تقاطع الأثر الأول $t'\eta$ مع الإسقاط الأفقي $\Sigma_1$ للدائرة $\Sigma$.




شكل84/5: استخدام طريقة مونج للتحقق من حالة التماس بين كرة K معلوم مركزها وأربعة كرات معلومة ABCD . (الباحث)

– نقلب المستوى $\eta$ على مستوى الإسقاط الأفقي $\pi_1$. حيث محور التطبيق يتطابق مع الأثر الأفقي $t'\eta$ للمستوى $\eta$ . كنتيجة لعملية لانقلاب يجب أن نحصل على i* كانقلاب للخط i ، و $\Sigma$*، $\Omega$* كانقلاب للدائرتين $\Sigma$ ، $\Omega$. أللتي تمثلان بالتوالي مقاطع الكرتين C و K بالمستوى $\eta$. علماً بان K هي الكرة المطلوب إنشاءها والتي ينبغي أن تكون ماسة لجميع الكرات المعلومة).

– التطبيق i* للخط i يمر بنقطتين، الأولى تمثل المركز للكرة المعلومة C (لان C تنتمي إلى مستوى الإسقاط الأفقي المتطابق مع مستوى التطبيق فان انقلابها C* يتطابق مع إسقاطها الأفقي $C_1$) ، أما النقطة الثانية فهي التطبيق P* للنقطة P. المستقيم المار بالنقطة P1 والعمودي على محور التطبيق يساوي ارتفاع النقطة P بالنسبة لمستوى الإسقاط.

– التطبيق $\Sigma$* للدائرة $\Sigma$ يتطابق مع الإسقاط الأفقي للكرة C ، هذا لأن محور التطبيق يمر بمركز الكرة C.

– التطبيق $\Omega$* للمقطع $\Omega$ يحدد كدائرة مركزها التطبيق P* للنقطة P ونصف قطرها المستقيم P*–I*. حيث I* يمثل انقلاب نقطة تقاطع الخط i والكرة المعلومة C.

وبالمثل ، نحدد *f*g*h كانقلابات للخطوط التي تمر بالنقطة P وبالتوالي بمركز الكرات ABC. ومن ثم نجد المستقيمات *P*-F، *P*-G ، *P*-H كأنصاف أقطار لثلاثة دوائر. التي يجب أن تكون متساوية لنصف قطر الدائرة Ω . باختصار نقطع الكرة المطلوبة والكرات المعلومة بأربعة مستويات تمر جميعها بمركز الكرة المطلوبة وبالتوالي بمراكز الكرات المعلومة. وهكذا كل مستوي يقطع الكرة المطلوبة وواحدة من الكرات المعلومة وفقاً لدائرتين. إذا كل نتج أن كل زوج من المقاطع الدائرية متماسين لبعضهما البعض فهذا يعني إننا تحققنا من أن النقطة المعتبرة P تمثل مركز كرة ماسةللأربعة كرات المعلومة.

### *4-5- نتائج*

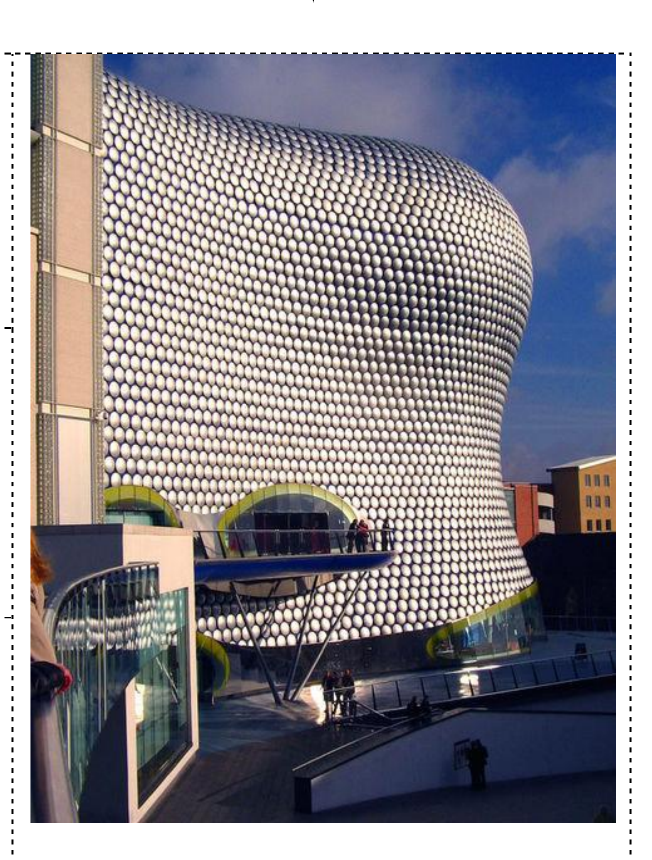
بعد مواجهة مسألة أبولونيوس في الفراغ، أصبح واضحاً أنه من خلال التطبيقات الحاسوبية لمفاهيم الهندسة الوصفية من الممكن حل مسائل هندسية معقدة. وأنة من الصعب تنفيذ العلميات المذكورة أعلاه بواسطة أدوات الرسم التقليدية من جهة، وفي نفس الوقت ينبغي التأكيد أن الاستخدام الوحيد لأدوات الرسم الرقمية بدون أي دعم نظري لا يمكن أن يؤدي إلى حل وتبرير المسائل الفراغية المختلفة. ينبغي ان لا ننسى أن أداة الرسم الرقمية تعتمد قبل كل شيء على المعرفة النظرية والعملية لمن يعطي الأوامر.

ولذلك علينا أن ندرس طريقة جديدة في التفكير تعتمد على أساسيات ومفاهيم الهندسة الوصفية وإمكانيات تطبيقها بالأدوات الجديدة التي توفرها تكنولوجيا المعلومات المعاصرة. الهد ف هو الوصول إلى نمذجة الفراغ وأشكاله الهندسية والتحكم بطرق توليد إظهاراته الرسومية بأساليب واضحة ومفهومة. هذا الدمج بين النظرية والتقنية الرقمية له أهمية خاصة بالنسبة للإمكانيات التي تتيحها للبحث العلمي في مجال الهندسة الوصفية، وتطبيقاتها في الرسم المعماري.

كما تبين في هذا الفصل، إمكانية توسيع نطاق مسألة أبولونيوس الشهيرة المتعلقة بحالات التماس المستوية بين دوائر (بما في ذلك الحالات الاستثنائية) لتصبح ليس فقط حالات تماس بين كرات في الفراغ بل أيضاً حالات تماس بين أسطح دورانية في الفراغ. مع التأكيد أن هذه الحلول مهمة في تحديد طرق إنشائية لوصف الاسطح الجبرية.

تطبيقات هذه المسألة موجهة بالتحديد نحو إمكانيات نمذجة الأسطح العضوية واستخداماتها في العمارة. ليس بواسطة خوارزميات رياضية بل من خلال إنشاء أسطح ماسة اثنين أو ثلاثة أسطح دورانية. لا سيما تلك الأسطح التي تنشأ من التحول الهوموثيتي للكرة (مخروط، أسطوانة، طارة براسم ثابت أو متغير، ). أمثلة لهذه السطوح يمكن ملاحظتها في الطبيعة ، كما في تشكيلات الكثبان الرملية في الصحراء ، أو في أشكال الكائنات الحية (النباتات والحيوانات) ، أو في بعض الأعمال المعمارية الحديثة مثل تلك ل(زها حديد) أو تلك للحركة المعمارية الأخيرة Blobtectur. وكما قال جون روسكين ..."إن قيمة العمارة تعتمد على البصمة التي تتلقاها من الطاقة الإبداعية للإنسان من جهة، ومن الصورة التي تنتجها في محاكاة الطبيعية من جهة أخرى "...، (1900-1819)

وأخيراً ينبغي التأكيد أن الغرض التعليمي من هذا الفصل ليس فقط في إثبات صحة دمج مفاهيم الهندسة الوصفية مع تقنيات الرسم الرقمي، بل أيضاً في إقناع أولئك المشككين بالحاجة الماسة لتجديد المناهج الجامعية في تدريس الهندسة الوصفية لما له من فوائد في تحسين منهجية طلاب العمارة ولتجنب تهميش إمكانيات هذه المادة التي ما زال لديها الكثير للعطاء في مجال البحث العلمي وخصوصاً بوجود الإمكانيات الكبيرة التي تتيحها أدوات الرسم الفراغية. والدعوة على عدم الإصرار على إتباع الطرق القديمة في تدريس إجراءات وتقنيات لإنتاج هذا النوع من المنظور أو الأكسنومتري ، بل الحث على اختيار وتوجيه تلك المفاهيم الضرورية للهندسة الوصفية ، ولا سيما في مجال النمذجة ثلاثية الأبعاد.



شكل85/5: متجر سيلفريدجز (Selfridges store) تصميم (Future System). (commons.wikimedia.org)







شكل86/5: متحف كالياري/ زها حديد (il Museo mediterraneo dell'arte nuragica e dell'arte contemporanea). (archiportale.com)

## الفصل السادس: الاستنتاجات والتوصيات

ملخص: حاولنا في هذا البحث إظهار كيف يمكن ان يتغير تعليم الهندسة الوصفية في كليات العمارة باستخدام أدوات الرسم الرقمية وخصوصاً الكاد. وأعتقد أن الجزء الأهم يكمن في حقيقة ان إعداد الطلاب بشكل ملائم للتحديات المستقبلية يمكن ان يتحقق اذا نجحنا في عملية دمج مفاهيم الهندسة الوصفية مع وسائل التكنولوجيا الحديثة. لأن الهندسة هي القاعدة العلمية والكاد هو مجرد أداة قابلة للتغيير والتطور.

## 1-6- مقدمة

أداء الهندسة الوصفية اليوم أصبح نتيجة لعملية حسابية مترجمة إلى نموذج مرئي، سواء كان تدريج الألوان الذي يشير إلى انحناء سطح دوراني أو بكسل يشير إلى موضع النقطة المركزية ( barycenter) لمجسم ما. (Treccani 1929)

هذا النوع من التعبير الهندسي الذي يستخدم الإسقاط للحصول على نتيجة تصويرية باستخدام عملية رقمية، قد تبدو هجين هندسي. ولكن هذا الأمر يجد ما يبرره في أعمال مونج( Monge، Gaspard..Géometrie_descriptive. 1805. (Lawrenc. 2003،Snezana )، التي فيها دعا إلى تضافر الجهود بين التحليل والتركيب ( analysis and synthesis)، بين لغة الرمز ولغة الرسم. والتي أعرب عنها بوضوح في الطبعة الأولى من عمله الأكثر شهرة (الهندسة الوصفية ، 1798) الهندسة التحليلية والهندسة الوصفية ينبغي أن ينموا معاً، بهذه الطريقة الهندسة الوصفية تحول إلى صور مفهومة الصيغ المعقدة للهندسة التحليلية، وهذه تعطي الهندسة الوصفية عمومية ودقة في النتائج. (Migliari_2010)

هذه الفكرة في إجراء بحوث متعلقة بشكل خاص في تدريس الهندسة، وجدت أنصار لامعين بدءا من جويدو كاستلنوفو [1] (دروس الهندسة التحليلية والإسقاطية ، 1903–1905) الى هارولد كوكستر [2] (مقدمة في علم الهندسة، 1961).

من التعامل مع الفراغ الإقليدي. ومن جهة أخرى أقر أن العلوم النوعية هي الوحيدة القادرة على إنشاء نماذج تفسر العالم من حولنا، ولكنها غير قادرة على توفير نتائج كمية دقيقة.

في هذا يبدو أن التضافر الذي أعرب عنه مونج أصبح حقيقة في المزيج بين الهندسة التركيبية أو البديهية (Synthetic or axiomatic geometry) والحوسبة. مزيج قادر على إحداث التوليف (synthesis) المطلوب بين الكمية والنوعية . وعلى توفير نتائج قادرة على وصف حالة فراغية معينة بشكل فوري، وفي نفس الوقت يسمح بالتحليل الكمي بعناية دقيقة.

---

[1] جويدو كاستلنوفو ) - Guido Castelnuovo -روما، 1952 البندقية، 1865) كان عالم رياضيات وإحصائي ايطالي، معروف أساساً لمساهماته في الهندسة الجبرية. من أعمالة دروس الهندسة التحليلية والإسقاط ية (1903–1905)

[2] سكوت ماكدونالد كوكستر - (Harold Scott MacDonald Coxeter - تورونتو، 2003 ، لندن 1907) يعتبر واحدا من أعظم علماء الهندسة في القرن العشرين. معروف بعمله عن متعدد الرؤوس (polytopes) المنتظم، وعن الهندسة بأكثر من 3 أبعاد، وعن التوافقية نشر 12 كتابا. في 1954 التقى موريتس كورنيليس ايشر (Maurits Cornelis Escher) الذي استلهم في بعض أعماله عن بحوث الاشكال الهندسية لكوكستر. واوحى أيضا بعض بكمنستر فولر (Fuller_Buckminster).

في الوقت الذي لم تكن فيه الحواسيب الالكترونية معروفة (أو غير منتشرة على مستوى واسع)، مدارس الرياضيات كانت تصنع مجموعات من النماذج ثلاثية الأبعاد من مواد مثل الجص والخشب وغيرها. مؤخراً هذه المجموعات أصبحت موضوع دراسة ونفذت باستخدام نماذج افتراضية.

رينيه ثوم [1] في كتابة "الاستقرار الهيكلي والتشكل الحيوي ( Morphogenesis): اختبر نظرية عامة عن النماذج (1977)، حيث من جهة اعتبر ان الهندسة الوصفية علم قد عفا عليه الزمن، وأعلن أنة يريد التحرر من التعامل مع الفراغ الإقليدي. ومن جهة أخرى أقر أن العلوم النوعية هي الوحيدة القادرة على إنشاء نماذج تفسر العالم من حولنا، ولكنها غير قادرة على توفير نتائج كمية دقيقة.

إلى جانب تطوير أدوات الاتصال الجديدة للمعرفة هناك تغير هام: من المفهوم السائد للتربية ونموذج للتدريس، الذي يؤكد على بث المعرفة بالاعتماد على المعلم، الى مفهوم تعليمي آخر، يؤكد على الدور النشط للطلاب في تطوير التعليم.

لم يعد الطالب يعتبر نتاجا لعمل المعلم، ولكن عنصر نشط في بناء المعرفة والخبرات الخاصة بشكل مستقل. " لم يعد الطالب النموذج–المنتج، ولكن جزء من عمليات متكاملة، مثل تحضير وجمع وتحليل المعلومات والتعلم الذاتي المنظم" (Lowyck 1996). (H. 1994،STACHEL )

## 2-6 نتائج عامة

1 -من تحليل خطط مقررات الرسم في الفصل الثالث، تبين خصوصاً في الجامعات العربية أنه ا لا تزال هناك نوع من المقاومة لعملية دمج المفاهيم التقليدية والتطبيقات الحاسوبية. ونرى حتى في تلك الحالات التي يتم فيها إدراج التكنولوجيات الجديدة في المناهج الدراسية، فصل تقريباً تام بين طرق التدريس التقليدية ومهارات استخدام برمجيات الكمبيوتر. وهكذا لا تحل مسألة تجديد التدريس باستخدام الأدوات الرقمية بل تضاف مسائل أخرى التي بدورها بحاجة إلى حلول . وهذا لا يعني أن كل ما تنتجه برمجيات الكمبيوتر يصلح للعملية التعليمية الجامعية. عدم تحديد المشكلة الرئيسية سيفقدنا الكثير من الوقت في ما هو غير ضروري في عملية تدريس الفراغ وقواعده الهندسية. المنهجية المستخدمة في حل المسائل التي واجهناها في الفصلين الرابع والخامس يمكن أن تكون مثال جيد لكيفية استخدام البرمجيات في عملية التعليم ، والتي لا تزال بحاجة إلى تطوير واختبار دائم.

---

[1] (René Thom - 1923 – 2002) كان عالم رياضيات وفيلسوف فرنسي. له مساهمات كبيرة في الطوبولوجيا التفاضلية (Differential topology) ، ولكنة معروف على وجه الخصوص لنظرية الكوارث (Catastrophe theory) ،التي تكمن في طبيق الرياضيات على الظواهر الطبيعية. وخصوصاً ، دراسات نظرية النمذجة الرياضية للظواهر الغير منتظمة. من أعماله.

2 - نظرا لحقيقة أن الاستبيان (الفصل 3) أجري عن طريق استخدام الإنترنت، فهذا يعني أن جميع المشاركين يستخدمون الكمبيوتر كأداة اعتيادية. ورغم هذا فإن هناك مقاومة من بعض المشاركين على استخدام الأدوات الرقمية كبديلة للرسم اليدوي (مسطرة وفرجار). وكما يتضح من إجابات الاستبيان فإن هذا النفور، يرجع بشكل رئيسي إلى أسباب جيلية عمرية. في الواقع كان هناك اختلاف في إجابات مجموعتين الأولى يشمل الفئة الثانية (طلاب السنوات الخيرة في الهندسة) والثالثة (مهندسين بخبر أقل من خمسة سنوات)؛ أما المجموعة الثاني فتشمل المهندسين ذوي الخبرة أكثر من خمس سنوات. حيث إجابات المجموعة الأولى كانت تقريباً جميعها ايجابية بما يتعلق بضرورة استخدام الأدوات الرقمية في تدريس الهندسة الوصفية التي تمثل القاعدة النظرية لجميع مقررات الرسم. في هذا الصدد ينبغي الإشارة إلى أن إجابات فئة طلاب السنوات الأولى في الهندسة كانت متناقضة. ربما لأسباب تعود إلى عدم امتلاكهم الخبرة في مواجهة ما يكفي من المسائل الهندسية في مجال التصميم ثلاثي الأبعاد.

3 - تفتقر المكتبة الأردنية إلى بحوث تتعلق بفاعلية الفراغ الافتراضي في تدريس الهندسة الوصفية، باعتبارها مقرر شامل لمجموعة من المواضيع كما الرسم الحر، الرسم الهندسي، الإظهار المعماري، والرسم الرقمي الخ. واحدة من رسائل الماجستير التي قد تقارب موضوع هذا البحث، هي برعاية الدكتور نبيل أبو دية (موسى 2000) وعنوانها "دراسة تحليلية لتطور أساليب تعلم عملية التصميم المعماري وتأثير الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات فيها"، اختتمت بالقول إن التكنولوجيا لا يمكن أن تحل محل أدوات التصميم التقليدية (ورقة وقلم ونماذج مادية). بينما البحث المقترح هنا، أظهر عكس ذلك من خلال عدة تحليلات، منها الجدول 26/3 والرسم البياني 3/3 حيث يبدو واضح زيادة في منهجيات تدريس مقررات الرسم باستخدام الأدوات الرقمية وانخفاض في استخدام تلك اليدوية.
وبالإضافة إلى ذلك، هذا البحث وضح على حد سواء فوائد استخدام الكمبيوتر في تدريس بعض المفاهيم الكلاسيكية للهندسة الوصفية في الفصل الرابع (تطبيقات محوسبة لنظرية الظلال)، وفي إمكانية حل مسائل هندسية صعبة في الفصل الخامس (تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات المتماسة اربعة كرات معلومة).

4 - هذا البحث يمكن أن يصبح مرجعا للبحوث المستقبلية والذي يمكن تطويره واستكماله ولا سيما بإقامة دورة تجريبية لتدريس الهندسة الوصفية لمجموعتين من الطلاب، واحدة باستخدام أدوات الرسم التقليدية والأخرى باستخدام الحاسب. وذلك بهدف تسليط الضوء على فوائد ومزايا هاذين الأسلوبين.

5 - كما يقول نفس مونج ( Gaspard Monge): "الغرض الأساسي للهندسة الوصفية هو التمثيل الدقيق لأشكال ثلاثية الأبعاد بواسطة رسومات ثنائية الأبعاد الخاضعة لتعريفات صارمة" ( G. ،Monge 1798). أي شخص يهتم بالهندسة الوصفية يعلم أن هذا العلم يعلمنا أن نعمل في الفراغ من خلال إنشاءات هندسية تنفذ على نفس السطح ( مستوى الإسقاط) . كذلك ، الكمبيوتر ، يتيح الفرصة لإتباع طرق أقصر ، تكمن في تمثيل كيانات ثلاثية الإبعاد، في فراغ افتراضي. بالطبع هذا لا يجعل هذه العملية تلقائية، ولكن يعطيها وضوح اكبر. أي، لإظهار الإثناعشري السطوح K ، في طريقة الإسقاطات المتعامدة (Monge Method) ، فإننا نتبع ، بشكل عام ، العملية التالية: من الطرق العديدة الممكنة، يمكننا استخدام الخصائص الهندسية، لهذا المتعدد السطوح، نبدأ بعملية إفراد (unfolding) أوجهة K على المستوى الأفقي $\pi 1$ لتحديد ارتفاعات رؤوس أوجهة K. هذه العملية تتم بتخيل متعدد

السطوح في الفراغ وباستخدام الإنشاءات الهندسية المستوية (على نفس المستوى) التي تمثل إسقاطاته. أما في الفراغ الافتراضي للكمبيوتر، يجب تتبع نفس العملية مع فارق واحد هو انه يمكن تنفيذها مباشرة في الفراغ ، دون الحاجة إلى الإسقاطات. عند انتهاء من هذه العملية، التي هي مهمة من حيث دقة النتيجة، يمكننا بواسطة عدد قليل من الإيعازات الحصول على كل أنواع الإظهارات الهندسية بشكل تلقائي. في تعريف مونج يوجد أيضا هدف ثاني وهو "استخلاص من الوصف الدقيق للمجسمات كل ما يليها من شكل ومواضع، وبهذا المعنى، الهندسة الوصفية هي وسيلة بحث للحقيقة العلمية وتعطي أمثلة على الانتقال الدائم من المعروف إلى المجهول ." ( Monge، 1798 .G ) من خلال تعريف مونج، يمكن أن نفهم أهداف الهندسة الوصفية في إظهار الفراغ الهندسي بشكل دقيق وفي تعزيز وتوسيع دورها في مجال البحث العلمي.

6 -ليس من الممكن وضع برنامج مفصل لتدريس الهندسة الوصفية أو فرض استخدام نوع معين من أدوات الرسم، ولكن يمكن توضيح مزايا وعيوب الطرق المختلفة للتدريس. كما ينبغي الأخذ في الاعتبار عوامل أخرى مثل إعداد المعلمين؛ وتوفير الوقت الكافي المخصص للتدريس، وتوافر أماكن مجهزة بكل ما هو لازم من شاشات عرض وأجهزة كمبيوتر ومختبرات لتصنيع النماذج المادية ايضا. يمكن عمل قائمة بالمواضيع إلتي ينبغي معالجتها، ووفقا للوقت المتاح للتدريس، من الأفضل استخدام الأداة التي تمكن من شرح وتطبيق العدد الأكبر من المفاهيم . من المؤكد انه لا توجد وصفات تدريس جاهزة، لأنه كما رأينا في وصف مقررات الرسم في الجامعات قيد الدراسة (الفصل الثالث)، يبدو واضح أن أساليب التدريس في تحول مستمر، وفي البحث عن السبل لإيجاد التوازن بين القديم والجديد وفي ضوء التطور المستمر لأدوات الرسم يجب عدم فقدان الأهداف الرئيسية لتدريس الهندسة الوصفية.

7 -خلاف لذلك هناك مقررات رسم تحمل أسماء مثل الرسم باستخدام الكمبيوتر ولكنها تتناول مواضيع تقليدية، مثل تقنية إنشاء المنظور بالطريقة الغير مباشرة ( indirect method). أي يستخدموا الحاسب كأداة تقليدية متجاهلين أو غير عارفين الإمكانات الكبيرة التي تقدمها البرمجيات الرقمية في مجال الاظهار، وخصوصاً في توليد أسطح مختلفة بدرجة عالية من التعقيد.

8 -لا يمكننا تقييم كفاءة تدريس مقرر الهندسة الوصفية باستخدام الوسائل التقليدية أو الرقمية أن لم يتم متابعة الطلاب لمدة قد تدوم عدة سنوات أو على الأقل حتى مرحلة مقررات التصميم المتقدمة. وعندئذ فقط يمكن أن نعرف أفضلية هذه أو تلك الطريقة في تدريس هذا المقرر وكفاءته الفعلية في ممارسة تفكير الطلاب على إدراك مفهوم الفراغ وترجمته بعد ذلك في تمثيل حجوم معمارية مثيرة للاهتمام من الناحية الهندسية والوظيفية.

9 -يواجه طلاب الهندسة بشكل عام صعوبات في تعلم مقرر الهندسة الوصفية. والتي تعود إلى عدة عوامل، منها الفصل بين النظرية والتطبيق؛ استخدام منهجيات قديمة وبعيدة عن التكنولوجيا الحديثة المستخدمة في التعليم والعمل؛ قلة الساعات المكرسة لتدريس مقررات الرسم بالنسبة للساعات الإجمالية المطلوبة للتخرج. عدم توافر قاعات مجهزة؛ عدم رغبة الطلاب او المعلم في التعلم والتعليم. كل هذه العوامل تؤثر على قدرة الطلاب على تعلم الهندسة الوصفية. الكثير من الأبحاث ، مثل الزغول (2009) و(Downs 2009)، أظهرت أن هذه القدرة تزيد بشكل ملحوظ عندما يستخدم في التدريس المؤثرات الحركية وتفاعلية الفراغ الافتراضي لبرمجيات الحاسوب.

10 - التصميم المعماري يستخدم الرسم في مراحل تطوره الإدراكية والمترية. الرسم للتصميم يتراوح بين الرسم الحر والفكرة الأولية للمشروع (preliminaty draft/project) حتى الوصول إلى التصميم النهائي. هذا النوع من الرسم له خاصية اتصالية ويتم إنجازه نظريا وعمليا باستخدام الهندسة الوصفية. (Marco 2005) لذلك ينبغي أن يكون هناك ترابط قوي بين الهندسة الوصفية مع مقررات الرسم الأخرى، وهذا يؤثر بالتأكيد على مقررات للتصميم وبشكل عام على مهارة المهندس في المستقبل. ولكن كما لوحظ في تحليل مقررات الرسم في الجامعات المحلية والعربية (الفصل الثالث)، هناك فصل في مناهج هذه المقررات ولا توجد استمرارية نظرية بينها. بينما المنهجية المستخدمة في الجامعات الدولية ترتكز على دمج موضوعات الرسم في مقرر واحد مقسم إلى ثلاثة أجزاء، والتي يتم تدريسها على مدار السنتين أو الثلاثة سنوات الأولى من مسار الدراسة.

11 - منذ منتصف القرن العشرين ، مع عدد قليل من الاستثناءات ، التطورات الوحيدة لهذه المادة، كانت مرتبطة بالمجال التجريبي في عمليات الرسم. الأساليب التي نتجت كان لها دور هام في الهندسة الوصفية ولعلم الهندسة بشكل عام. حدث التمثيل الرقمي أعطى العلماء أداة قادرة على الإعراب بإيجاز عن مشاكل كان يمكن حلها بالطرق الرياضية فقط. أداة قادرة على الرسم في الفراغ بشكل أكثر دقة وبجودة أعلى (ديناميكية ، تظليل ، تفاعل ، ... الخ). (Migliari 2001)

12 - وقد أدى تطور تقنيات الرسم الرقمي إلى تأسيس العديد من المقررات لتلبية طلب سوق العمل، وهذا أدى الى فقدان الاستقرارية بين النظريات الكلاسيكية وتطبيقاتها التقليدية من ناحية، ومن ناحية أخرى الى الخلط بين تعليم التقنيات الرقمية والطرق القديمة في تدريس الهندسة الوصفية.

13 - جزء كبير من الجامعات الدولية قيد الدراسة (الفصل الثالث) توصلوا الى فهم دور وأهمية الأدوات الرقمية في تدريس قواعد الفراغ الهندسي، ولذلك فقد اسسوا العديد من المقررات التي تتناول هذه المواضيع بدءا من الرسومات ثنائية الأبعاد الى النمذجة ثلاثية الأبعاد الى استخدام المعدات التصنيع لانتاج نماذج مادية. ويستند المقرر على فكرة إنشاء أشكال هندسية معقدة لفهم حدود الأدوات. ومحاولة التغلب عليها بطرق التصنيع والتجهيز الرقمية ( القطع بالليزر ( Laser Cutting)، و التفريز (milling).

14 - يمكن اعتبار تجربة الجامعات العربية بشأن موضوع تجديد مقررات الرسم تقريباً حديثة، ومع ذلك، فهي دائماً خطوة وراء التعديل الذي أحرزته الجامعات الدولية. على الرغم من أن متوسط النسبة المئوية للساعات المكرسة لتدريس مقررات الرسم تبقى قليلة ( 9 ٪) بالنسبة للساعات الاجمالية المطلوبة للتخرج في جميع فئات الجامعات قيد الدراسة ، تظل حقيقة أن النسب المئوية المكرسة لاستخدام الأدوات الرقمية في الجامعات الدولية ( 5.42%) تبقى أعلى مقارنة بالجامعات الأردنية (3.97%) والعربية (3.16%).

15 - باستطلاع موضوعات الهندسة الوصفية المشمولة في مقررات الرسم المختلفة في الجامعات المحلية والعربية، يمكن ملاحظة ما يلي:

16 - مواجهة مسألة هندسية تقنية مثل كيفية رسم الدرج الحلزوني، تعتبر حالة خاصة من الأسطح الحلزونية الاسطوانية والتي تصنف كفئة من الأسطح المسطرة. وبهذا أريد أن أقول أن مواجهة الحالات الخاصة من الأسطح يمكن أن تكون مهمة في بعض تطبيقات العمارة، ولكن الشيء الأهم

في تدريس الهندسة الوصفية هو إمكانية تعميم المفاهيم قدر الإمكان بمعالجة التكوينية الفراغية للأسطح المختلفة وليس فقط في مواجهة تقنيات موجهة لحل مسألة معينة، وغالباً بالطريقة التقليدية.

17 - تجدر الإشارة إلى أنه يتم التعامل مع موضوعات الهندسة الوصفية (مسائل القياس والموضع، المنحنيات والأسطح) فقط باستخدام الطريقة التقليدية، ويبدو أن الهندسة الوصفية مرتبطة فقط باستخدامات المسطرة والفرجار. ولكن من الأفضل ومثير أكثر للاهتمام تطبيق هذه المفاهيم باستخدام الفراغ الافتراضي. الذي عادة ما يستخدم في هذه الجامعات لتدريس تقنيات نمذجة بسيطة والكثير من الخيارات (Options) والإيعازات (Commands).

18 - وفيما يتعلق بمواضيع الهندسة الوصفية المتناولة فيبدو أنها لا تشمل مواضيع الهندسة الإسقاطية (Projective geometry) مثل التآلف ، التقابل الالتفاف ... الخ. بين خطوط أو مستويات. أو تحول هوموثيتي بين حجوم متشابهة ( Homothety). وتطبيقات هذه الموضوعات في أساليب المنظور والاكسنومتريي. يمكن أن يكون الخيار الأنسب تناول هذه المسائل باستخدام الرسم الحر أولاً ومن ثم الرسم ثلاثي الابعاد.

19 - في مقررات الرسم باستخدام الحاسوب غالباً ما تظهر مصطلحات غير مناسبة او دون الرجوع كما يجب أن تكون الى علم الهندسة الوصفية الغني بمصطلحاته،. وفي كثير من الأحيان تستخدم البرمجيات الكاد بالطريقة التقليدية أي أنه لا يتم استغلال إمكانيات الفراغ الافتراضي التي تتيحها هذه البرمجيات.

## 6-3- نتائج تحليل بيانات الجامعات قيد الدراسة

بتحليل بيانات الجامعات قيد الدراسة (الفصل الثالث) المتعلقة بتدريس مقررات الرسم يمكن استنتاج النقاط التالية:

1) باستطلاع الدراسات التجريبية السابقة (المذكورة بوفرة في مقدمة هذا البحث) بشأن فعالية طريقتي تدريس الهندسة الوصفية (تقليدية أو رقمية) ، يبدو أن توصيات معظمها متوجهة نحو استخدام الأسلوب المختلط الذي يشمل كلا الطريقتين، لانة وفقا لنتائجهم تبدو الأكثر ملاءمة لتحسين القدرة الادراكية والمترية لطلاب الهندسة.

ولكن بالأخذ في الاعتبار تحليلات الفصل الثالث، مثل قلة الوقت المكرس لتدريس الهندسة الوصفية؛ – وتجزيئها الى عدة مقررات؛ – والعدد الكبير للطلاب المسجلين في السنوات الأولى – وقلة الأماكن المجهزة لتدريس الرسم، أود أن أقول أنه من الصعب التعامل مع جميع المسائل النظرية وتطبيقاتها باستخدام الرسم الحر والادوات الرقمية على حد سواء (كما ظهر من وصف مقررات الجامعات التي اهتمت بتجديد الهندسة الوصفية) وفي نفس الوقت استخدام ايضا الأدوات التقليدية.

2) لا يوجد في معظم الجامعات العربية خطة دراسية مفصلة لتدريس مقررات الرسم. ويلاحظ أن هناك تباين في تسميات هذة المقررات وفي عدد الساعات المعتمدة المخصصة لها. والأهم أن الوصف الموجز لهذه المقررات يشمل في بعض الأحيان مصطلحات تقنية متضاربة مع بعضها البعض. على سبيل المثال ، في برنامج الجامعة التكنولوجية/ العراق، ورد إدراج الهندسة الوصفية في قائمة المواضيع التي ينبغي تناولها في مقرر "الظلال والمنظور" كما وكأنها موضوع واحد فقط. ويبدو أن ليس هناك المام بمادة الهندسة الوصفية وموضوعاتها المختلفة.

**6-3-1- نتائج تحليل بيانات مقررات الرسم الجامعات الاردنية قيد الدراسة**

في الجامعات الأردنية لا توجد دراسات إحصائية تتعلق بتقيم طريقة تدريس مقرر الهندسة الوصفية باستخدام الفراغ الافتراضي. وذلك ربما يعود لأسباب مثل شمولة هذا المقرر لمواضيع عديدة ، بدءاً من المفاهيم الأساسية للخط والمستوى حتى عمليات التصنيع المادي للنماذج ثلاثية الابعاد. ولذلك فالهندسة الوصفية وفقاً للجامعة والتخصص قسمت الى عدة مقررات وفي بعض الحيان بتسميات متناقضة مع محتويات نفس المقررات. بالإضافة الى أنه في الآونة الأخيرة شهد هذا المقرر تحول وتطور مستمر في محتوى التدريس وفي الادوات المستخدمة وهذا يجعل من الصعب عمل احصائية آخذة في الاعتبار جميع هذه المتغيرات.

1. باستطلاع البحوث المماثلة التي أجريت في العديد من الجامعات نجد نتائج متناقضة. مثلاً باستعراض دراسة سرحان والتلاحمة ( 2008) المتعلقة بفاعلية استخدام الحاسب الإلكتروني في تدريس المساحات، نجد أنه لا توجد فروق بين تحصيل مجموعتين من الطلبة (تجريبية وتقليدية). حيث التجريبية تعلمت المقرر المعني باستخدام الحاسب الإلكتروني والأخرى بالطريقة التقليدية. وقد جاءت نتيجة دراسة سرحان (2008) متفقة مع بعض الدراسات العربية السابقة منها دراسة حمزة ( 2000) ودراسة جبيلي ( 1999)، كما اتفقت نتيجة هذه الفرضية مع دراسات أجنبية منها دراسة لوبيز (Lopez،1992 ). فيما خالفت هذه النتيجة دراسة أبو يونس ( 1996)، ولعل هذا الاختلاف يعود إلى عوامل تعود إلى كيفية تنفيذ التجربة أو في الحسابات الخاصة بها.
2. بتحليل مساقات مقررات الرسم في الفئات الثلاثة للجامعات قيد الدراسة (الفصل الثالث)، تبين أن نسبة متوسط الساعات المعتمدة المكرسة لتدريس مقررات الرسم تقريبا مماثلة (9%). وأظهرت نتائج الاستبيان (3&-8) تفضيل واضح لاستخدام الفراغ الافتراضي في تدريس مفاهيم الهندسة الوصفية وتطبيقاتها. ويظهر الاستبيان أيضاً، كما هو متوقع، الاختلافات بين فئتين من الأشخاص (الأولى تشمل طلاب العمارة والمهندسين ذوي الخبرة أقل من 5 سنوات والثانية تشمل المهندسين ذوي الخبرة أكثر من خمس سنوات) ، حيث إجابات المجموعة الأولى كانت تقريباً جميعها لصالح توجه جديد لتدريس مقررات الرسم الهندسي باستخدام الأدوات الرقمية. أما إجابات الفئة الثانية فكانت لصالح الحفاظ على استخدام الأسلوب التقليدي باستخدام المسطرة والفرجار.

3. الجامعات الأردنية تعتبر بشكل عام من أفضل الجامعات العربية كما يتضح من نتائج المسح ويبوميتركس ١ (webometrics) ، ولكن على الرغم من هذا فهناك تأخير في استخدام أدوات الرسم الفراغية بوصفها جزءاً لا يتجزأ من مقررات الرسم وليست كمقررات اضافية لتدريس تقنيات الحاسوب فقط.
4. بتحليل الرسم البياني2/3، وبالإشارة إلى قسم العمارة في الجامعات الأردنية يمكن ملاحظة ما يلي :
5. جميع الجامعات الأردنية قيد الدراسة تستخدم في تدريس الرسم الطرق المختلفة والتي تشمل الرسم الحر والرسم اليدوي والكاد. الملاحظة المهمة في هذا الصدد هو أن هناك فصل بين تطبيقات مفاهيم الهندسة الوصفية باستخدام الرسم اليدوي وتقنيات الرسم الرقمية.
6. النسبة المئوية ( 4.43 %) لمتوسط عدد الساعات المعتمدة لتدريس الرسم بالأدوات الرقمية في الجامعات الاردنية تساوي تقريباً نصف متوسط الساعات الإجمالية المعتمدة لتدريس مقررات الرسم (8.6 %) في نفس الجامعات.

### 6-3-2- نتائج تحليل بيانات مقررات الرسم في الجامعة الاردنية

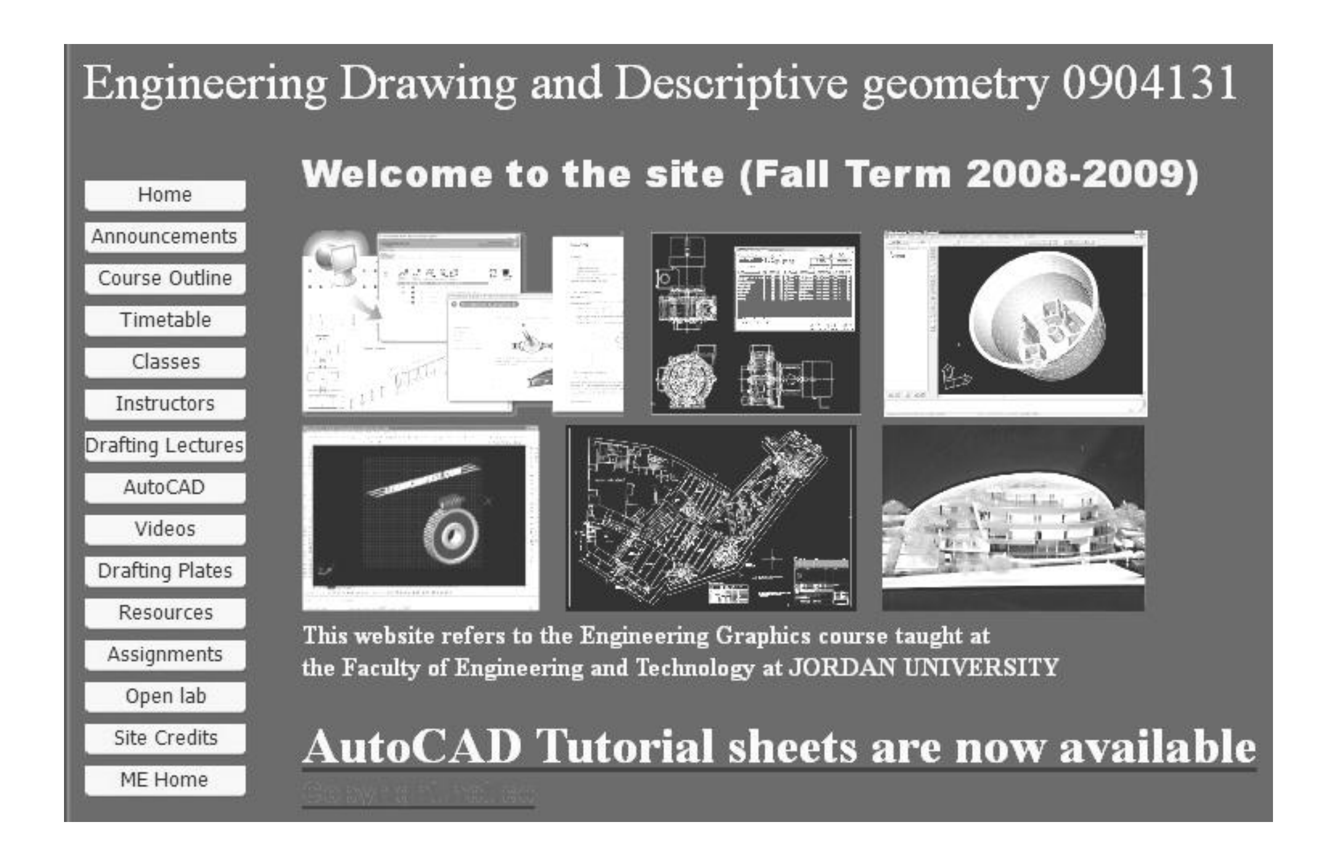
1. وكما يتبين من تحليل الخطط الدراسية لقسم العمارة للعامين ٢٠٠٢/٢٠٠١ و ٢٠١١/٢٠١٠ (جدول 3/3) أي في فترة زمنية مدتها ١٠ سنوات، لم يكن هناك أي إضافات أو تغييرات متعلقة بمناهج مقررات الرسم أو زيادة للوقت المخصص لها، بالرغم من ان متطلبات الكلية والتخصص زادت 16 ساعة معتمدة. وبمقارنة منهجيات مقررات الرسم (المواضيع المقترحة، وعدد الساعات المعتمدة) لم يلاحظ من دراسة مقررات الرسم (جدول 3/3) محاولات متعلقة بتطبيقات لمفاهيم الهندسة الوصفية باستخدام الفراغ الافتراضي لبرمجيات الحاسوب. بالاضافة الى ذلك في الخطة الاخيرة (2011/2010) تم حذف مادة تطبيقات معمارية بالحاسوب التي كانت ضمن المواد الحرة، التي كان مجملها 6 ساعات فقط. حيث كان من الممكن ادراج بعض مقررات رسم أخرى مثل النمذجة ثلاثية الأبعاد المتقدمة. كما يحدث في جامعات البلدان المتقدمة مثل جامعة كورنيل حيث يوجد عدد كبير من المقررات الاختيارية ( 16 من بين 50)، بنسبة 32٪ من مجموع المقررات الاجبارية. من بين هذه هناك سبعة مقررات متعلقة بموضوع الإظهار البصري، وهي: وسائل الإعلام الرقمية الديناميكية (Dynamic Digital Media)؛ بين الشكل والمضمون ( Between Content and Form)؛ الصور، الرسومات، نص (Text، Graphics،Dossier (Image ، عمارة الأنماط ( The New Architecture of

---

١ ويبوميتركس (webometrics): المركز الاسباني المتخصص بترتيب مواقع الجامعات حول العالم. المركز الوطني للأبحاث في اسباني ا "CSIC"، وهدفه تشجيع النشر الالكتروني والمنافسة بين الجامعات على زيادة استخدام الانترنت كوسيلة لتبادل ونشر المعلومات والخدمات. يقوم الموقع على تصنيف مواقع الجامعات وفق مجموعة من المحددات والمعايير المتخصصة. ترتيب الجامعات الأردنية: http://www.webometrics.info/rank_by_country.asp?country=jo&zoom_highlight=jordan

Patterns)؛ (Maps in Motion)؛ التصوير الفوتوغرافي الرقمي (Digital Capture: Photography of Place)، مقدمة في التصوير (Introduction to Photography).

2. بتحليل الجدول 26/3 (الفصل الثالث) نتج أن النسبة المئوية للساعات المعتمدة لتدريس مقررات الرسم (تقليدية ورقمية) في الجامعة الأردنية ( 7%) بالنسبة للساعات الإجمالية المعتمدة للتخرج (172)، والتي نتجت أقل بقليل ( 1.6%) من متوسط الجامعات الارنية قيد الدراسة ( 8.6%). من هذا المنظور وكما يلاحظ في الجدول المعني الجامعة الأردنية احتلت المركز الثاني قبل الأخير من بين الجامعات الأردنية قيد الدراسة.
3. وبترتيب الجامعات الاردنية وفقا للساعات المكرسة لتدريس الرسم الرقمي (رسم بياني 3/3)، نلاحظ ان الجامعة الأردنية تحتل تقريباً المركز الأوسط بالنسبة للجامعات الأردنية قيد الدراسة. على الرغم من هذا فهي تقل بنسبة 16% تقريباً عن متوسط الجامعات الاردنية.
4. يتم تدريس مقرر الهندسة وصفية باستخدام الأدوات التقليدية مثلما يحدث في معظم الجامعات قيد الدراسة، باستثناء جامعات مثل "سابينزا روما" ، على الرغم من هنا ينبغي مناقشة الاستخدام المفرط في تدريس تقنيات رقمية دون الرجوع إلى أساسيات الهندسة الوصفية (ملحق 3/3).
5. تجربة الجامعة الاردنية في ادراج تقنيات الحاسب كجزء من مقرر الهندسة الوصفية كانت الأولى مقارنة بنظيراتها في الجامعات المحلية ، بالرغم من ذلك فهي تخطو ببطئ نحو عملية تطبيق المفاهيم الكلاسيكية للهندسة الوصفية باستخدام الفراغ الافتراضي مقارنة بالجامعات الدولية قيد الدراسة.
6. نقص في الموارد التعليمية المتاحة في الصفحات المخصصة لمقررات الرسم (او لاساتذة هذه المقررات) في موقع الجامعة. مثل الخطط الدراسية، وصف مفصل لمواضيع المحاضرات، أدلة تعلم تفاعلية، ومنتديات مناقشة بين الطلاب والاساتذة. في هذا الصدد ، ينبغي ذكر واحدة من المبادرات القليلة المهمة برعاية الدكتور مضر زغول، الذي أنشأ موقع على شبكة الانترنت شامل الكثير من المعلومات والوسائط المتعددة المفيدة ايضا لطلاب كلية الهندسة والتكنولوجيا في الجامعة الأردنية الهندسة المعمارية (شكل87/6).




شكل6/ 87: الصفحة الرئيسية لموقع الدكتور مضر زغول. والذي يمثل واحد من الامثلة المهمة لاستخدام الانترنت كوسيلة داعمة لعملية تدريس مقرر الرسم الهندسي والهندسة الوصفية لطلاب كلية الهندسة والتكنولوجيا في الجامعة الأردنية.

### 6-4- نتائج الاستبيان

تم تعبئة الاستبيان من قبل 52 شخص، معظمهم معماريين و طلاب العمارة. 10 ٪ من طلاب السنوات الأولى والثانية و 37 ٪ مسجلين في الثالثة والرابعة أو الخامسة، و 27٪ معماريين بخبرة أقل من 5 سنوات، و 15 ٪ معماريين بخبرة أكثر من خمس سنوات، و 4 ٪ مدرسين مواد الرسم أو التصميم. تقريباً معظم الأشخاص خريجي الجامعات المحلية ومنهم 29 ٪ من الجامعة الأردنية .

ويظهر الاستبيان أيضاً، كما هو متوقع، الاختلافات بين فئتين من الأشخاص (الأولى تشمل طلاب العمارة والمهندسين ذوي الخبرة أقل من 5 سنوات والثانية تشمل المهندسين ذوي الخبرة أكثر من خمس سنوات) ، حيث إجابات المجموعة الأولى كانت تقريباً جميعها لصالح توجه جديد لتدريس مقررات الرسم الهندسي باستخدام الأدوات الرقمية. أما إجابات الفئة الثانية فكانت لصالح استخدام الأسلوب التقليدي باستخدام المسطرة والفرجار.

ورداً على السؤال الثالث (رسم بياني 9/3) المتعلق بعدم ملائمة المنهجية الحالية للهندسة وصفية للإمكانيات التي توفرها أدوات الرسم الرقمية، كانت نسبة إجابات التأكيد تقارب 70 ٪، وفقط 9 ٪ نفوا فرضية هذا السؤال.

النسبة المئوية للأشخاص الذين أكدوا وجوب توجيه تدريس الهندسة الوصفية إلى الرسم ثلاثي الأبعاد بلغت 77٪. وهذا يعني أن هناك اهتماما كبير في موضوع تجديد تدريس مقررات الرسم باستخدام التكنولوجيات الرقمية.

ورداً على السؤالين الرابع والسابع، الإجابات كانت متناقضة، أغلبية المشاركون ( 80%) أكد ان فعالية المؤثرات الحركية يمكن أن تكون عامل مهم في زيادة اهتمام وتركيز الطلاب بمقررات الرسم، من جهة أخرى تقريباً 40 % أكد أن أدوات الرسم يمكن أن تمثل عامل الهاء وصرف انتباه.

بما يتعلق بأجوبة السؤال الثامن، المتعلقة بطريقة الرسم المستخدمة، فهي كما يلي:

1. النسبة المئوية للأشخاص الذين اختاروا الخيار الأول (استخدام أدوات الرسم التقليدية) كانت 17 ٪ . التي وفقاً للفئات الفردية فهي مقسمة كالتالي: 60 ٪ من طلاب السنوات الأولى؛ 25% من المهندسين بخبرة أكثر من 5 سنوات ؛ 16 ٪ من طلاب السنوات الأخيرة، و 14% من المهندسين بخبرة أقل من 5 سنوات.
2. النسبة المئوية لأولئك الذين اختاروا الخيارات الثالث والرابع ( التي تشمل النمذجة ثلاثية الأبعاد مع أو بدون خيار الرسم الحر) كانت 27٪.
3. نسبة الذين اختاروا الخيار الثالث (رسم حر+ نمذجة) بلغت 17% . الأغلبية منهم (64%) كانت من الفئة الثالثة (مهندسين ذوي الخبرة أقل من خمس سنوات)، والذين يمثلون نسبة 80٪ من مشاركين نفس الفئة.
4. نسبة الذين اختاروا الخيار الرابع (نمذجة رقمية ثلاثية الأبعاد) بلغت 10%، والذين أغلبيتهم من الفئة الثانية (طلاب السنوات الأخيرة).

وفيما يتعلق بالسؤال التاسع (رسم بياني 15/3)، أكد نصف المشاركين تقريباً ( 56 ٪) بأنهم يستخدمون المنظور للتحقق من التصور الفراغي لفكرة تصميمية. وفقاً لنفس الفئات، النسب كانت مقسمة كالتالي: 71 ٪ من الفئة الثالثة (مهندسين ذوي خبرة أقل من سنوات)، وتقريباً نصف الفئتين الأولى والثانية ( طلاب الهندسة المسجلين في الأعوام الثلاث الاخيرة أو في العامين الأولين).

أما نسبة الذين نفوا استخدام المنظور فكانت 19 ٪، الأغلبية منهم كانت من فئة طلاب السنوات الاخيرة. أيضاً في هذه الحالة نسبة كبيرة من طلاب السنوات الاخيرة يظهروا ميول أكثر باتجاة استخدام البرمجيات ثلاثية الأبعاد حتى في مراحل التصميم الاولى.

يمكن ملاحظة (رسم بياني 16/3) أن غالبية المشاركين في الاستبيان هم من فئة الطلاب المسجلين في السنوات الثلاث الأخيرة في كلية العمارة ومن فئة المهندسيين بخبرة أقل من خمسة سنوات. وهذا يمكن أن يعني أن هذه الفئات هي الاكثر إدراكاً بأهمية النمذجة ثلاثية الابعاد في تدريس مقررات الرسم الجامعية. بالفعل معظم إجاباتهم كانت ايجابية على الأسئلة المتعلقة بأهمية استخدام الأدوات الرقمية في تدريس الهندسة الوصفية.

### 6-5- نتائج الفصول التطبيقية

وفقا لإمكانية انشاء اشكال دقيقة، والتي لم يكن من الممكن الحصول عليها باستخدام الطرق التقليدية، أثبتت التطبيقات الحاسوبية للهندسة الوصفية في الفصل الخامس انة من الممكن اعتماد طرق جديدة بنجاح واكتشاف خصائص هندسية لم تكن في الحسبان. على سبيل المثال ، لقد رأينا انه من تقاطع اثنين من الاسطح الزائدة الدورانية نحصل على قطع مخروطي (قطع زائد أو ناقص) وليس منحنى تربيعي كما كان متوقعا. وهذا للتاكيد على تعريف مونج (Monge،G.1798 ): " الهدف الثاني للهندسة الوصفية هو استخلاص من الوصف الدقيق للحجوم كل ما يليه من أشكال ومواضع متبادلة، في هذا التوجة فهي الوسيلة للبحث عن الحقيقة العلمية وتعطي باستمرار أمثلة على الانتقال من المعروف الى المجهول ".

الذي يستخدم برمجيات الرسم ثلاثية الابعد يعلم أنه من الممكن الحصول على نماذج افتراضية في ثلاث طرق التي يمكن أن تكون مجتمعة معا: نسخ نماذج حقيقية بواسطة اجهز المسح الرقمية؛ إدراج نماذج بدائية مخزنة في مكتبة البرنامج؛ او بواسطة انشاء العناصر اللازمة لتوليد النماذج. جميع هذه الطرق مفيدة بدرجات متفاوتة للتدريب على ادراك الفراغ وفهم قواعدة الهندسية. المهم ان تسمح بحرية تنفيذ جميع العمليات الضرورية للتحكم المتري والادراكي وبشكل كافي ووافي للحصول على النتائج المرجوه.

### 6-5-1- نتائج االفصل الرابع

نتيجة التطبيقات الحاسوبية لمفاهيم الهندسة الوصفية في الفراغ الافتراضي، وبالاخص بمواجهة نظرية الظلال في الفصل الرابع، تمكنا من تحديد ثلاث مراحل مفيدة في عملية تعلم وتعليم الهندسة الوصفية. والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

### 6-5-1-1- المرحلةالاولى: إنشاءات ما قبل النمذجة

في النمذجة ثلاثية الأبعاد هناك بعض العمليات الرسومية التي لا يمكن توليدها تلقائياً ، وتتطلب إنشاءات هندسية تحضيرية للحصول على الحد الأدنى من العناصر اللازمة للحصول على النتائج المرجوة. على سبيل المثال ، في نمذجة معظم أنواع الأسطح الهندسية هناك الحاجة لعنصرين رئيسيين وهما : الراسم والدالة .الإنشاءات الهندسية التحضيرية يمكن رسمها مباشرة في الفراغ أو على مستوى مرجعي وفقاً للأسلوب الكلاسيكي للإسقاطات المتعامدة. عمليات التوليد يمكن أن تشمل سواء نماذج لأسطح ومجسمات أو أساليب إظهار (إسقاطات مونج ، الأكسونومتري، المنظور ، ونظرية الظلال). وبما أن نتائج عمليات التوليد التلقائي ينبغي أن تكون متوقعة مقدماً، فيمكن القول أن معظم عمليات النمذجة بحاجة إلى إنشاءات هندسية بدرجات متفاوتة من الصعوبة .

يمكن تنفيذ عمليات ما قبل النمذجة في الفراغ أو على مستوى مرجعي بواسطة الإسقاطات المتعامدة (طريقة مونج). من تجربتي في تدريس الهندسة الوصفية والعمل في مجال النمذجة الهندسية ، اتضح لي أنه من الأفضل ، عند الإمكان ، استخدام طريقة مونج الكلاسيكية (ثنائية الأبعاد) ، لأسباب مختلفة منها: - سهولة الإعداد والتنفيذ والرقابة السريعة؛ - سهولة مراجعة النتائج في مراحل النمذجة والتمثيل؛ - غياب حالات التخالف بين الكيانات الهندسية المستوية؛ - سهولة عملية تنظيم وتصنيف الكيانات الرسومية؛ - غياب مشاكل التداخل والالتباس بين الكيانات المختلفة في الفراغ. وعلاوة عمل الإنشاءات الهندسية في الفراغ ، يتطلب تغيير مستمر لمستوى الإنشاء ( Costruction Plan) بحيث يكون في كل عملية إنشاء عمودي على اتجاه الإسقاط، وبالتالي صعوبة الربط بين كيانات المستويات المختلفة وهذا يعني المزيد من الوقت والجهد وخصوصاً عند نمذجة فكرة تصميمه معقدة.

### 6-5-1- 2- المرحلة الثانية: النمذجة التلقائية

في هذه المرحلة تتم عملية توليد النماذج الافتراضية بشكل تلقائي، وكافي تعيين العناصر الهندسية الضرورية لهذة العملية والتي تم تحديدها في المرحلة الأولى

### 6-5-1- 3- المرحلة الثالثة: عمليات تحليل مفاهيم وتقنيات النمذجة التلقائية وتحديد النقاط الهامة فيها

تطبيقات مفاهيم الهندسة الوصفية في الفراغ بحاجة ، حسب الموضوع المعني، إلى القليل أو الكثير من العمليات التحضيرية من الإنشاءات الهندسية بهدف توليد النماذج المختلفة وطرق الإظهار المتعارف

عليها. بمجرد الانتهاء من مرحلة النمذجة التلقائية تأتي عادة مرحلة تحليل هذه النماذج، بواسطة إنشاءات هندسية إضافية، بهدف تفسير المفاهيم النظرية من جهة ، وتوضيح وتبرير النتائج التلقائية التي تمثلها النماذج من جهة أخرى. مثلاً، بعد عملية تحضير العناصر الرئيسية لتوليد نموذج مخروط دائري وظلاله الذاتية والساقطة، تأتى العملية التحليلية، من خلال الإنشاءات الهندسية الإضافية لتفسير وتبرير كيف تمت عملية نمذجة المخروط وكيف يمكن تحديد النقاط الرئيسية سواء للنموذج أو لظلاله. وفي هذا الصدد ، ينبغي الأخذ في الاعتبار أنه في بعض حالات النمذجة هناك الحاجة إلى عمليات تحضيرية مجهدة من الإنشاءات الهندسية. كما هو الحال مثلاً في العمليات التحضيرية لتوليد الاسترداد المنظوري (geometric restitution of perspective)(شكل100/6) أو في الإنشاءات الهندسية لإيجاد التماس بين ثلاثة قطع مخروطية أو بين خمسة كرات (الفصل الخامس) أو في نمذجة الأسطح الدورانية براسم متغير، أو في نمذجة الأسطح المسطرة (Rule Surface).

الغرض من هذه الطريقة الجديدة في تعليم مفاهيم الهندسة الوصفية، هو تحفيز الطالب على التركيز في متابعة الإنشاءات الهندسية التي تمثلها تلك المفاهيم بطريقة تفاعلية وممتعة.

طريقة تحث الطالب على أن يكون فعال في الوصول مباشرة إلى النتائج المرجوة وليس بواسطة العديد من المحاولات كما يفعل الكثيرون من مستخدمي برامج الرسومات الحاسوبية، والذين عادة ما ينتجون نماذج متشابهة ،متكررة، ودون الرجوع إلى أسس الهندسة الوصفية. أولئك الذين يدرجون باستمرار النماذج مسبقة الصنع [١] (Primitives) المخزنة عادة في معظم برمجيات الرسم الرقمي. الطريقة الجديدة في تدريس الهندسة الوصفية ستساعد الطالب على التفكير النقدي لاكتشاف طرق جديدة في التحكم بأدوات الرسم الرقمية واستخدامها للوصول إلى تحقيق النتائج المرجوة.

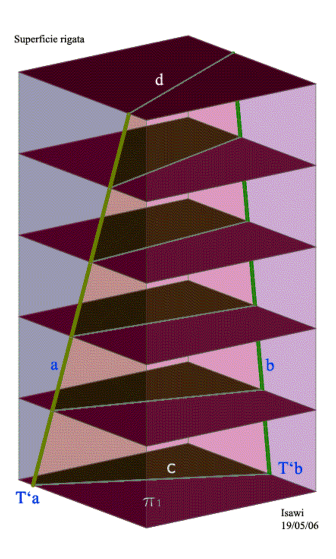
وبالإضافة إلى ذلك ، هذه الطريقة الجديدة في تدريس الهندسة الوصفية ، مع الاستخدام الحكيم للأدوات الرقمية ، يمكن أن تعطي فرص جديدة في مجال البحث العلمي في إعادة تقييم النظريات القديمة واكتشاف نظريات جديدة عن طريق استغلال دقة وفعالية الأدوات الرقمية. ولإعطاء الهندسة الوصفية إمكانية ابتكار أشكال هندسية جديدة والتحقق من خصائصها الهندسية لاستخدامها المحتمل في معرض العمارة الحديث. وكما قال مونج ، الهندسة الوصفية تعلم كيفية اكتشاف المجهول بدءاً من المعلوم.

---

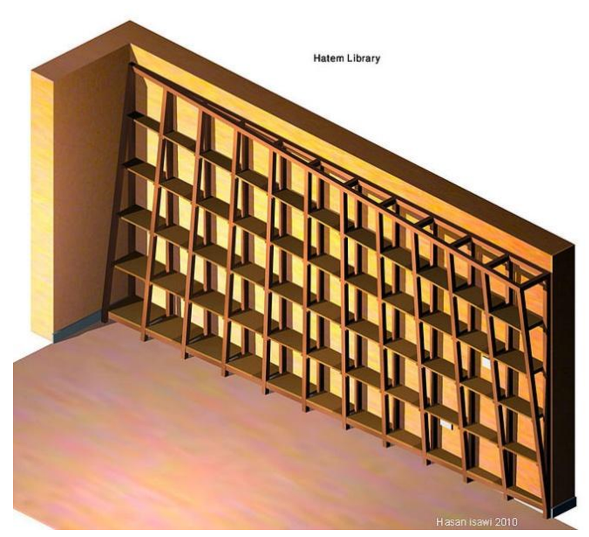
[١] 1. مجسمات بدائية ( PRIMITIVES): مجسمات هندسية أساسية مسبقة الصنع تستخدم لإنشاء نماذج صلبة معقدة بدلاً من البدء في رسم دوائر ومستطيلات ومن ثم استخدام أوامر البثق (Extrude) او التدوير (Revolve)، القيام بإدراج المجسمات البدائية عادة ما يكون أسرع. تغيير البدائيات بواسطة العمليات البووليانية (تحليل جبري منطقيBoolean operations) ،نسبه إلى العالم جورج بوول، عادة ما تعتبر وسيلة فعالة في لرسم ثلاثي الأبعاد. هناك ثمانية بدائيات مختلفة: المكعب؛ الكرة؛ لمخروط؛ الأسطوانة؛ المخروط ؛ الإسفين( Wedge)؛ الطارة؛ الهرم؛ مضلع صلب.

### 6-5-2- نتائج الفصل الخامس

الجهد الذي يتطلبه تعلم تقنية استخدام الحاسوب جعلنا نعتقد أن الهندسة الوصفية قد عفا عليها الزمن ومصيرها أن تنتهي في كتب التاريخ. في هذا الصدد من بين البحوث العديدة الهامة الجارية في عدة بلدان، هذا البحث يريد المساهمة في إثبات عكس ذلك، ليس لأن تقنيات الرسم الحر ستبقى دائماً الطريقة الأسرع لتسجيل الأفكار والملاحظات، بل والأهم الحاجة لدور الهندسة الوصفية الضروري في تدريس قواعد الفراغ بالاستفادة من دقة أدوات الرسم الرقمية وخصوصاً فيما تتيحه من إمكانيات إرشادية وتجريبية وتعليمية. لمراعاة هذه الاعتبارات، في الفصل الخامس واجهنا واحد من الأمثلة الأكثر قناعة من وجهة نظر مفاهيمية وتطبيقية، والتي كان من الممكن تنفيذها للإمكانية التي تتيحها برمجيات الكاد في استخدام الفراغ الافتراضي. بعد مواجهة مسألة أبولونيوس في الفراغ (14)، أصبح واضحاً أنه من خلال التطبيقات الحاسوبية لمفاهيم الهندسة الوصفية من الممكن حل مسائل هندسية معقدة. وأنة من الصعب تنفيذ العلميات المذكورة أعلاه بواسطة أدوات الرسم التقليدية من جهة، ومن جهة اخرى التأكيد على أن الاستخدام الوحيد لأدوات الرسم الرقمية بدون أي دعم نظري لا يمكن أن يؤدي إلى حل وتبرير مسائل الفراغ المختلفة. الكومبيوتر في إتباع وتنفيذ عمليات الرسم يعتمد إلى حد كبير على معرفة من يعطي الايعازات. ولذلك عليك أن ندرس طريقة جديدة في التفكير تعتمد على
أساسيات ومفاهيم الهندسة الوصفية وإمكانيات تطبيقها بالأدوات الجديدة التي توفرها تكنولوجيا المعلومات المعاصرة. الهدف هو الوصول إلى نمذجة الفراغ وأشكاله الهندسية والتحكم بطرق توليد إظهاراته الرسومية بأساليب واضحة ومفهومة. مواجهة مسألة أبولونيوس في الفراغ (الفصل الخامس) أثبت لنا ان تطبيق مفاهيم الهندسة الوصفية باستخدام الادوات الرقمية سمح لنا ليس فقط في تحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات المتماسة اربعة كرات معلومة، بل في امكانية تطبيق هذه الحلول للوصول الى تحديد العديد من الاسطح العضوية. هذا الدمج بين النظرية والتقنية الرقمية له أهمية خاصة بالنسبة للإمكانيات الجديدة التي تتيحها للبحث العلمي في مجال الهندسة الوصفية، وتطبيقاتها في التصميم المعماري.




شكل6/ 88: وصف للنشأة التكوينية لسطح مسطر (الباحث)




شكل6/ 89 : تطبيق مفهوم السطح المسطر في التصميم الداخلي. (الباحث)

### 6-6- توصيات

وفقا للنتائج التي تم الحصول عليها والوارد أعلاه وبهدف تحسين تعليم مقررات الرسم الهندسي وخصوصاً الهندسة الوصفية أود تقديم التوصيات التالية :

1. ينبغي تجنب تفصيل مقترح تجديد الهندسة الوصفية للحد الذي قد يفقده المرونة. في كثير من الأحيان عندما نريد عمل مقترح مثالي نحصل على نتائج جامدة، لا تسمح بتدريس المواضيع الممكنة في الوقت المخصص لها. أعتقد أن التجديد بشكل عام هو نتيجة عملية تطور مستمر ولا يأتي من نماذج جاهزة صالحة دائما للاستعمال. من المهم أن يكون هناك تصميم وأهداف واضحة، والتي يمكن الوصول إليها بطريقة تدريجية مدركين أنها قد تتغير باكتساب الخبرة. بدلاً من عملية تجديد واحدة ينبغي أن يكون هناك اقتراحات مستمرة مستبعدين الحلول التي قد تبدو لأول وهلة نهائية ومدركين أن معطيات التعليم تعتمد أساسا على متغيرات العرض والطلب.
2. دعوة لمخططي المناهج الدراسية في الجامعة الأردنية الى اعتماد منهجيات تسمح بدمج مفاهيم الهندسة الوصفية وتطبيقاتها في الفراغ الافتراضي لبرمجيات الحاسوب .
3. إعداد دورات لتنمية مهارات وكفاءات المعلمين في استخدام الوسائط المتعددة خلال المحاضرات الدراسية.
4. تشجيع الطلاب على استخدام برامج تعليمية أخرى في السوق ، الذي يعتبر مناسبة للتعمق في موضوعات نوقشت خلال المحاضرات أو أبحاثا عن مواضيع اخرى تتعلق بتكوينة الاسطح الهندسية وخصائصها المختلفة.
5. اقتراح المزيد من الأمثلة العملية في شرح المفاهيم النظرية للهندسة وصفية على سبيل المثال (شكل88/6) ، بعد شرح التكوينة الفراغية للسطح المسطر، الإشراع في تطبيقة في مجالات التصميم المختلفة (شكل89/6).
6. جمع وتحديث المعلومات في دليل للهندسة الوصفية، كتعبير عن النتائج والتوصيات التي تم وصفها في هذا البحث. والذي ينبغي أن يشمل ثلاثة أجزاء أساسية: –الأول المكرسة لأساليب الإظهار ؛ - الثاني للمسائل الأساسية ؛ – والثالث للتطبيقات
7. تجديد تدريس مواد الرسم الهندسي والهندسة الوصفية يمكن ان يتحقق من خلال المبادرات التالية :

- إدخال النمذجة ثلاثية الأبعاد بين أساليب الهندسة الوصفية، في كل من المراقبة المترية (control_metric)، والمراقبة الشكلية (shape control) للكيانات الممثلة .
- التحليل النقدي لأداء التمثيل الافتراضي (تتبع الفراغ ، الدقة، الاتساق بين التمثيل والغرض من مهمته الخ) .
- اقتراح إجراءات جديدة تأخذ في الاعتبار قدرة أدوات التمثيل الافتراضية المتاحة .
- دراسة النظريات التاريخية والإجراءات الوصفية .
- إعادة التفسير النظري للمشاكل الكلاسيكية واختبارها من خلال التمثيل الافتراضي.

- تعريف واعتماد معجم عربي موحد للمصطلحات الهندسية. بهدف إيصال المعلومات التقنية بشكل كامل ومباشر.
- مساهمة جميع أساتذة هذه المادة لايجاد الصيغة المثلى لتجديد الهندسة الوصفية
- إتقان واعي لمفاهيم الهندسة الوصفية ؛
- معرفة جيدة لجميع عمليات الرسم ثنائية وثلاثية الأبعاد، بهدف توطيد وتعزيز القدرات العقلية في تخيل الفراغ ونماذجه ؛
- اعتماد الرسم الارتجالي الحر لأنه يلبي الحاجة الى الوصف الفوري لمعرفة الشك من اليقين . الطالب يجب أن يكون قادر على فك الرموز الهندسية، ولمعرفة ذلك يجب أن يكون قادر على انجاز عمليات الترميز. وهذا يعني أن معرفة أساليب الطرق الإسقاطية، والاستردادية تعطي القدرة على تنفيذ عمليات القراءة والتفسير.
- إثراء الموارد المختبرة في وظيفية ومنهجية الهندسة الوصفية، في السيطرة المترية والشكلية للنماذج المختلفة؛
- في إطار المنهجيات المستخدمة في الرسم الحر، هناك العديد من الأساليب المعقدة مثل الأكسنومتري المائلة العامة (assonometria trimetrica generica) والتي يستحسن تجنبها لصالح الأساليب المبسطة في المفهوم وفي التنفيذ.
- يجب التأكد من أن الرسم الحر يمثل مجموعة من القيم الأساسية لضمان، وإدارة وقراءة المعلومات الرسومية، وتنمية مهارات التطبيق في جميع مجالات الإظهار والسماح بمزيد من الخيارات في مراحل الإنتاج. ولكي يحدث هذا، يجب أن تبث المعرفة الصحيحة والمحدثة خصوصاً إلى طلاب السنوات الأولى في العمارة.
- من المهم أن يكون الطالب قادر بواسطة الرسم الحر على عرض فكرة فراغية في أي لغة وبسهولة تعبيرية، من الأكسنومتري العمودية او المائلة والمنظور، بشكل متحرر من القيود الكثيرة الغير ضرورية المفروضة على المنهجيات التقليدية الجامدة. التي في معظم الأحيان تهدف إلى الوصول الى تدريس تقنيات لحل مسائل هندسية معينة دون الاشارة الى التبريرات النظرية العامة.

من بين المبادرات التنفيذية الداعمة ، التي تستهدف تجديد الهندسة الوصفية، إعادة التأكيد على المبدأ القائل بأن الهندسة الوصفية مكرسة ، كما ذكر مونج ، ليس فقط في ضرورة تلبية احتياجات التصميم ، بل أيضاً في البحث العلمي المجرد للأشكال الهندسية وخصائصها المختلفة.

### 6-6-1- الحاجة إلى الهندسة الوصفية في عالم النمذجة ثلاثية الأبعاد

تقليدياً، الهندسة الوصفية تكمن في إسقاط كيان ثلاثي الأبعاد غلى نفس المستوى. وذلك باستخدام إسقاطات متعددة مساعدة. من خلالها يمكن الحصول على القياسات الخطية والزاويّة، وعلى الشكل الحقيقي للأشكال الهندسية المستوية. باستخدام التكنولوجيا كاد ( CAD) يكفي إنشاء النموذج ثلاثي الأبعاد للكيان

المعني للحصول بقليل من العمليات الهندسية (مثل معرفة تحديد اتجاه أو موضع مركز الإسقاط ) على الكثير من المعلومات المترية (الحجم مركز الثقل) والإدراكية (المنظور). حيث ليس هناك الحاجة إلى الكثير من التقنيات التقليدية (تقابل افيني)، للحصول على الشكل الحقيقي لشكل ما في موضع عام.
باستخدام الكاد يكفي وضع مستوى الشكل ( UCS) بحيث يكون موازي لمستوى الإسقاط الحالي (متطابق دائماً مع مستوى شاشة الحاسوب). وهذا لا يعني أن حدث الكاد غير من مفاهيم هندسة وصفية، ولكن عمليات تطبيق المفاهيم للحصول على النتائج المرجوة أصبحت أسرع وأسهل بفضل الفراغ الافتراضي الذي توفره التكنولوجيا كاد.

النمذجة الصلبة في نظام الكاد هي التكنولوجيا التي تستخدم اليوم لإنشاء مشاريع الهندسة والتي غالبا ما تتطلب الكثير من مفاهيم الهندسة الوصفية لاستكمال الإظهار بشكل كامل. كما الحاجة إلى عرض الشكل الحقيقي لسطح مستوي مائل.

نظام الكاد يسهل إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد، ثم من هذا النموذج، يمكن استخراج رسومات التصميم النهائية . تقرير نوبلوك وينسن (Knoblock_&_Jensen_1997) ينص على أن الكثير من كتب الهندسة الحديثة، حتى ولو كانت شاملة ومتخصصة، تواصل على التعامل مع الهندسة الوصفية من منطلق تقليدي، أي ثنائي الأبعاد، وينص التقرير أيضاً على أن الكتب التي تشمل في عناوينها مصطلح الكاد، تتناول في كثر من الأحيان مواضيع تتعلق بالرسم ثنائي الأبعاد.

مفاهيم وقواعد الهندسة الوصفية لم تتغير، بالرغم من تغير الأداة. في هذا الصدد غرض برنامج التدريس المقترح أدناه يكمن في تقديم منهج أكثر حداثة بما يتعلق بحلول مسائل الهندسة الوصفية.

القسم الأخير من هذا البحث يضمن تقديم مقترح لبرنامج دراسي لمقرر الهندسة الوصفية، بالإشارة إلى تلك المجموعة من المفاهيم والتقنيات الضرورية في مجال النمذجة ثلاثية الأبعاد والإظهار الهندسي للعمارة. والذي يستند أساساً على النتائج التي توصلنا إليها بتحليل فصول هذا البحث. والتي باختصار تتضمن دراسة وتحليل للمناهج الدراسية لمقررات الرسم في الجامعة الأردنية ومقارنتها بنظيراتها في واحد وعشرون جامعة محلية، وعربية ودولية؛ وتشمل هذه المقارنة الوقت المكرس لهذه المقررات والأدوات الرسم المستخدمة في التدريس. وكان أيضا مثير للاهتمام معرفة أراء المرتبطين في مجال العمارة (طلاب ، معلمين ،مهندسين) عن طريق استبيان تم تنفيذه باستخدام تكنولوجيا جداول بيانات جوجل (Google Spreadsheets ). تضمن هذه المقارنة تحليل للوقت المخصص لتدريس هذه المقررات بالنسبة للساعات الإجمالية المطلوبة للتخرج، فضلا عن دراسة بشأن نوع أدوات الرسم المستخدمة في التدريس. نتيجة الفصول التطبيقية (الرابع والخامس)، تجعلنا ندرك أهمية التطبيقات ثلاثية الإبعاد للهندسة الوصفية للحصول بالتوالي، على طريقة جديدة لتدريس المفاهيم الهندسية (بما في ذلك الصعبة منها)، على سبيل المثال ظل خط على مخروط دائري سمح لنا بمواجهة موضوع القطع المخروطية والتحقق من نقاطها الهامة، والحصول أيضاً على قدر كبير من الدقة في حل المسائل الهندسية المعقدة، مثل تلك التي تم مناقشتها في الفصل الخامس والتي تتعلق بتحديد المحل الهندسي لمراكز الكرات المتماسة أربعة كرات معلومة.

### 6-6-2- البرنامج الدراسي المقترح لتدريس الهندسة الوصفية

على مدى العشرون سنة الماضية، وسائل الإعلام الجديدة بما في ذلك تكنولوجيا الرسم الرقمي، أحدثت تدريجياً تغييرات في استيعاب المعرفة على جميع المستويات التعليمية. وأدخلت أساليب يسرت العديد من النهج التعليمية من جهة، ومن جهة أخرى سمحت بنقل المعلومات بشكل أسرع مقارنة مع الوسائل التعليمية التقليدية.

إدخال التكنولوجيا كاد في أقسام العمارة والهندسة غير أساليب تدريس الهندسة في جميع أنحاء العالم.

استعراض الدراسات السابقة أظهر توافق في الآراء حول قدره برمجيات النمذجة ثلاثية الأبعاد (مثل أوتوكاد) في تعلم وتعليم الهندسة الوصفية وبالتالي تطوير مهارات الطلاب في فهم الفراغ. الإمكانيات التي تتيحها التكنولوجيا الرقمية تفتح جبهات جديدة من التحقق في مجال البحث والتعليم، وتسمح بتأسيس علاقات قوية بين الخيال المكاني والصور المرئية. على وجه الخصوص ، إمكانية بناء نماذج افتراضية ثلاثية الأبعاد يعزز تلك الجوانب التدريبية للعقل التي تسمح بالتفكير ثلاثي الأبعاد، لتبسيط الأشكال الفراغية وبثها بواسطة مفاهيم الإظهار. (Migliari_2000)

التحديات التي تتعلق بعملية التعليم الشاملة للتكنولوجيا الرقمية شغلت لسنوات عديدة كل العالم الأكاديمي، في إطار اقسام العمارة في الجامعات العالمية، سبل استخدام الموارد الجديدة التي تتيحها التكنولوجيا الرقمية لم تعثر حتى الآن على استقرار تام في تكوينه القوانين الأساسية لمقررات الرسم. ولذلك من الضروري أن نتساءل عما إذا كان من الممكن أيجاد، وخاصة في مجال ممارسة التدريس، منطقة مشتركة بين مواقف راديكالية تريد إحياء طرق تدريس قديمة، والقبو ل الضروري بأدوات الرسم الفراغية.

التقييم الصحيح لتكنولوجيا المعلومات مهم جدا وخصوصاً عندما يتم استخدامها في العملية التعليمية. وإلا ، أن لم تنفذ بشكل صحيح، فعملية تدريب الطلبة لن تكون كافية وفعالة في ممارسة مهنة العمارة في المستقبل. ويكون الأمر في غاية الأهمية عندما نتحدث عن مادة الهندسة الوصفية التي هدفها تطوير وتحسين قدرة الطلاب على التصور المكاني (spatial_visualisation_ability). لسوء الحظ ، هذه الأيام ، هناك اتجاه من بعض مدرسي مقررات الرسم، الذين ربما يفتقرون إلى المعرفة العميقة للهندسة الوصفية أو لا يفهموا أهميتها الأساسية، في تعليم تقنيات وأوامر تهدف بشكل خاطئ الى حوسبة الهندسة الوصفية . هذا البحث، يريد أن يقترح كيف وإلى أي مدى يمكن حوسبة الهندسة الوصفية. في التعامل مع إجراءات التعليم. في الفصلين الرابع (نظرية الظلال) والخامس (مسألة التماس) هناك أمثلة على إتباع نهج جديد في تعليم المفاهيم النظرية بواسطة استخدام الفراغ ثلاثي الابعاد الذي تتيحة ادوات الرسم الرقمية.

في الفقرة الاحقة هناك اقتراح لمنهج تدريس يشمل لمقررات الرسم ويستند أساساً على نتائج هذا البحث. وينبغي التأكيد على ان برنامج المقرر يرتكز بشكل خاص من بين الثلاثة طرق الاظهار على طريقة الإسقاطات المتعامدة ( Monge_projections) لتطبيق المفاهيم النظرية كمرحلة تحضيرية لتوليد النماذج الصلبة في أوتوكاد.

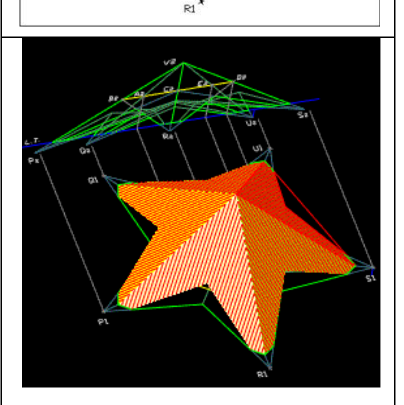
### 6-6-2-1 التكنولوجيا وتأثيرها على مواد الرسم الهندسي

منذ عام 1990 ، بدأ استخدم الكاد في عدد من الجامعات الدولية وتم اختبار العديد من برمجيات الكاد بشكل رئيسي في تدريس الرسم ثنائي الأبعاد. في هذه الفترة بدأت مرحلة انخفاض لمحتوى مناهج الهندسة الوصفية إلى الحد الأدنى (طالع الفصل الثالث). وفقا لشتايل (Stachel، H.1994 )، هذا الحدث يرجع أساسا إلى سوء فهم بشأن المنهج الدراسي للهندسة الوصفية المرتكز بشكل خاص على تدريس تقنيات إنشاء هندسي باستخدام الأدوات التقليدية. ولهذا فقد أهملت الهندسة الوصفية على الرغم من أنها المادة الأساسية في كليات الهندسة المعمارية التي تعلم قواعد التصور الفراغي لمهندسي المستقبل، وضرورية للتواصل مع الآخرين من خلال الرسومات، وتنمي ذكاء الادراك البصري ( visual spatial intelligence) . بعد سنوات قليلة من هذه التغييرات في المجال التربوي، حدث انخفاض في قدرات التصور المكاني للطلاب. (Comi_2009)

البيانات المعلومة

الاسقاطات المتعامدة لمصمت K مكون من ستة رباعيات الأسطح تشترك تشترك في قاعدة خماسية منتظمة ABCD. حيث النقاط Q،P،R،S، Uهم على التوالي قمم تلك الاهرامات. نفذ بالترتيب العمليات التالية :

1. انشاء النموذج ثلاثي الابعاد للمصمت K .
2. تحديد مقياس زاوية اقصى انحدار للمستوى VDE .
3. مثل خطوط اقصى انحدار للمستويات VAB ،VBC ،VEA VDE VCD . هذه الخطوط يجب ان تكون متباعدة فيما بينها مسافة = 30 سم.
4. تمثيل الاسقاط المنظوري للمجسم K ، بحيث يكون بمستوى اسقاط رأسي؛ من مركز نظر خارجي بارتفاع 170 سم.
5. تفريغ (Shell) المصمت K ، بحيث يبقى 30 سم كسمك لجدرانة.
6. تمثيل الاكسونمتري لمقطع عرضي ل K الذي ينتج من قطع K بمستوى رأسي مار بالخط V1_S1. وبالحفاظ على ذلك الجزء من K حيث توجد النقطة Q1.
7. تنفيذ جميع العمليات السابقة في مراحل متعاقبة وترتيبها في نوافذ ( Viewports) منفصلة بينها. وبالاضافة ينبغي كتابة باختصار المفاهيم الهندسية الاساسية لكل مرحلة.



شكل6/ 90: اختبار عملي للرسم باستخدام الحاسب. السنة الدراسية 2006/2005. مقرر الهندسة الوصفية. جامعة سابينزا روما. (الباحث)

عمليات تخفيض محتوى برنامج تدريس الهندسة الوصفية وتقليل الوقت اللازم لتدريسها، أطلق العديد من التحقيقات في جميع أنحاء العالم (Gay 2010)، (Hirokazu 1999). وثبت أن هناك صلة مباشرة بين دراسة مادة الهندسة الوصفية وتحسين الإدراك المكاني (Gittler 1998) ، باعتبارها واحدة من أهم مهارات المهندس المعماري.

الابتهاج الأولي لحوسبة التعليم أنتج فقط رسومات ثنائية الابعاد، تكرار نمط هندسي على نفس المستوى، وبالتالي مستوى متدني بالنسبة للإمكانيات الكبيرة التي يمكن أن تقدمها الهندسة الوصفية.

استناداً إلى التجارب والدراسات الاستقصائية التي ورد ذكرها في هذه الرسالة ، والتوصيات التي اتخذتها اليونسكو بشأن إصلاح التعليم في الألفية المقبلة ( UNESCO 1998) ، ظهرت موجة ثانية من البحوث (Ostrogonac 2001)، (Gorska 2001)، (Dankwort 2004) تهدف الى إنشاء نظريا برنامج تدريس جامعي مثالي للهندسة الوصفية 24 والرسم الهندسي.

خلال السنوات الخمس الماضية ، ظهرت دورات جديدة في مجال التواصل المرئي في الجامعات التقنية (عمارة وهندسة) في جميع أنحاء العالم (P UTZ 2003) الذين كرسوا المزيد من الوقت والموارد للهندسة في برامجهم الدراسية.
إدراج التكنولوجيا كاد كوسيلة من وسائل التدريس تسمح اليوم بتطبيق مفاهيم الهندسة في الفراغ الافتراضي، وعن طريق محاكاة المؤثرات الحركية (C. Sorby.S. 2001،R. Leopold،Gorska ). برمجيات الكاد هي أدوات حديثة لوصف وانشاء الفراغ الهندسي. وتسهل عملية بث المعرفة وتعطي فرصة كبيرة لمزيد من تطوير الذكاء المكاني (Visual intelligence / Spatial). ET AL 2005)، J.،(GLUCK

## 3-6-6 أهمية التواصل البصري لطلاب الهندسة

إمكانية معالجة المعلومات مباشرة وبطرق جديدة تعتبر من خصائص الشخص المبدع. الكاتب بحاجة إلى الكلمات، والموسيقار إلى الألحان ، والمهندس المعماري بحاجة إلى الإدراك البصري، جميعهم بحاجة إلى المعرفة التقنية للممارسة المهنية. الفرد المبدع يرى بطريقة بديهية إمكانية تحويل البيانات العادية الى إنشاءات جديدة (Betty. 1999،Edward ). وبالفعل جزء من العملية التعليمية تهدف إلى تطوير إبداع الطلاب في مهارات مختلفة.

ويمكننا أن نقول أن من أهم مهارات المهندسين المعماريين الإدراك المكاني الجيد ( perception ability)، والتوجه البصري ( visual orientation) والقدرة على ترجمة الخيال (ثلاثي الأبعاد) إلى رسم واضح. من المهارات الهامة الأخرى القدرة على قراءة التصاميم ثنائية الأبعاد بسرعة وبشكل صحيح وكذلك إمكانية إجراء مطابقة بين رسومات متعددة لنفس المشروع. يتم تطوير قدرة التواصل البصري من خلال دراسة الهندسة الوصفية.

## 1-3-6-6 ضرورة تعليم مفاهيم الهندسة الوصفية باستخدام الفراغ ثلاثي الإبعاد

مادة الهندسة الوصفية في كلية العمارة تستند على مفهوم تعليم الطلاب القدرة على تحديد الأشكال ثلاثية الأبعاد وتمثيلها بواسطة إسقاطات ثنائية الأبعاد.

من الضروري في بداية الدراسة تطوير المهارات البصرية لدى الطلاب من خلال معرفة كيفية اعتماد طرق الإظهار الهندسي لرسم الأجسام ثلاثية الأبعاد على سطح مستوي. في الفصول الدراسية اللاحقة

ينبغي معرفة المزيد في مجال تصميم الهياكل المعمارية، وتدريجياً الانتقال لدراسة الأشكال المعقدة وخصائصها الهندسية (الأسطح المسطرة، الأسطح الحلقية براسم متغير، حلول الاستمرارية بين الاسطح الدورانية).

استخدام التكنولوجيا كاد ( CAD) في العمارة يسر عملية دراسة الأشكال الهندسية المختلفة، وساعد على تحسين الإظهار الهندسي. إنشاء الأشكال المعمارية بمساعدة برمجيات الكاد المختلفة، قدم نوعية جديدة إلى عملية التصميم. هذه النوعية تعطي للمعماري إمكانية تعبير حرة في إنشاء نماذج أكثر تعقيدا. الرسم في الفراغ الافتراضي غالبا ما يؤدي إلى بعدا جديد من الإبداع من خلال عملية التفاعل بين المهندس والكمبيوتر. الذي لم يعد يتأثر بالتقنيات التقليدية لإظهار العمارة. ليس هناك حدود لهذه العملية الإبداعية التفاعلية التي نتائجها تعتمد فقط على المعرفة النظرية لمفاهيم الهندسة الوصفية، وعلى تطبيقاتها باستخدام تقنيات الرسم الرقمية.



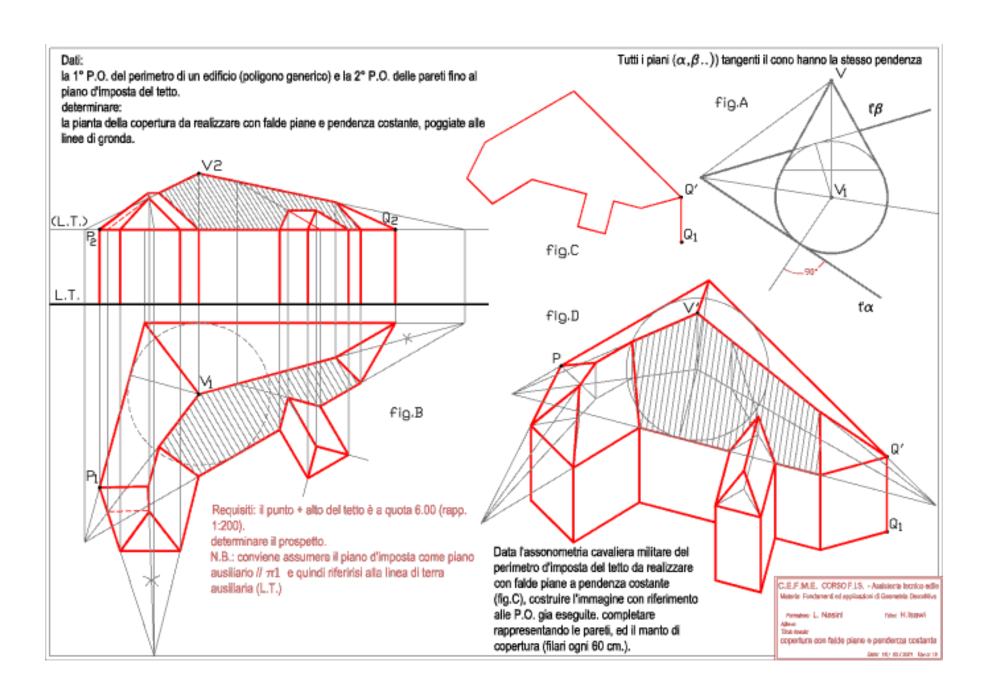

شكل91/2: طباعة ثلاثية الابعاد (أو المجسمة) ، عبارة عن تقنية إنتاج صناعي لانتاج نماذج من البلاستيك والشمع أو المعدن (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Palais105b.jpg ).

ينبغي التذكر والتأكيد على أن عملية النمذجة في برمجيات الكاد تتم في بيئة افتراضية. ولكن تطور التكنولوجيا السريع وخصوصاً تكنولوجيا إنشاء النماذج الأولية ( Rapid Prototyping) وفر إمكانية الحصول على مجسمات مادية معقدة والتي تتم مباشرة من خلال بث بيانات النماذج ثلاثية الإبعاد الافتراضية إلى طابعات [1] (3D_Printer) مختصة لهذا الغرض (شكل 91/2).

---

[1] (1) الطباعة ثلاثية الأبعاد هو شكل من أشكال الانتاج الصناعي من أجل انشاء حجوم ثلاثية الأبعاد بواسطة طبقات متعاقبة من المواد. الطابعات ثلاثية الأبعاد ( Printer 3D) هي عموما أسرع وأكثر موثوقية وأسهل استخداما من غيرها من التكنولوجيات إنتاج النماذج الاولية ( Prototyping). الطابعات ثلاثية الأبعاد توفر القدرة على طباعة وتجميع أجزاء مكونة من مواد مختلفة مع خصائص فيزيائية وميكانيكية في عملية بناء واحدة. تكنولوجيات الطابعات ثلاثية الأبعاد المتقدمة تنتج نماذج تحاكي بشكل وثيق الشكل ووظيفة النماذج الأولية ( Prototyping). الطابعة ثلاثية الأبعاد تستخدم البيانات الرقمية لنموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد لعمل العديد من المقاطع العرضية، ومن ثم تطبعها الطبقة فوق الأخرى لإنشاء كيان ثلاثي الأبعاد.

وبالاعتماد على ما ورد  يبدو من الواضح أن تحسين قدرة الطلاب على الاستخدام الضروري لأدوات الرسم الرقمية يعتمد مباشرة على التدريب الوافي والواعي في ما يتعلق بتطبيق نظريات الهندسة الوصفية في الفراغ ثلاثي الأبعاد.




شكل6/ 92: المراحل المتعاقبة لإنشاء سقف بطيات مستوية بنفس الانحدار (إسقاطات متعمدة واكسونومتري كافاليرا افقية). (الباحث)

منذ العام الدراسي 2002/2001 تم إدخال منهج جديد لدراسة الهندسة المعمارية في العديد من الجامعات (الفصل الثالث). بالإضافة إلى العديد من التنقيحات التي أثرت على برامج معظم المقررات بما فيها برنامج "الهندسة الوصفية" الذي تم تعديله وإعادة تسميتها بمختلف التسميات.

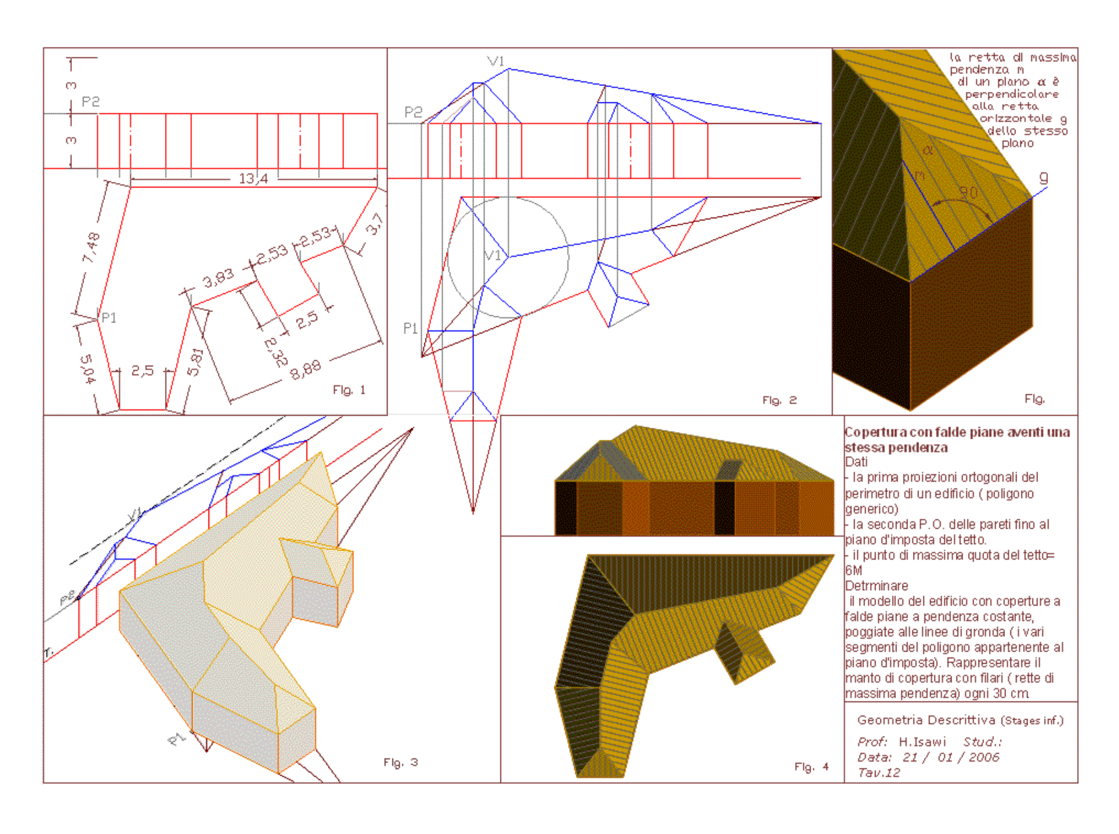
وفقا لشتايل (Stachel_1994) من اسباب اهمال الهندسة الوصفية في المقررات الجامعي يرجع أساسا إلى اصرار المنهج الدراسي للهندسة وصفية على تدريس تقنيات إنشاء هندسي باستخدام الأدوات التقليدية. وكما يظهر الاستبيان حول اراء الطلاب حول تحديث طرق التدريس، هناك فجوة بين الطلاب جيل الحاسوب ومقرر الهندسة وصفية.

لتصحيح هذا الوضع ولتنفيذ برنامج هندسة بطريقة بشكل تدريجي ومستجد ومن أجل الحصول على الوقت الكافي لمعالجة جميع مسائل الانشاءات الهندسية والنمذجة ثلاثية الابعاد، يجب أن يكون هناك دورة هندسة وصفية في السنتين الأخيرتين من المرحلة الثانوية حيث يتعلم الطلاب المبادئ الأساسية للإسقاطات المتعامدة الرئيسية (الإسقاط الأفقي الإسقاط الرأسي الأمامي) والمساعدة. حيث يتم تمثيل الكيانات الهندسية الرئيسية (النقطة، الخط، والمستوي). فضلا عن المقاطع المخروطية كنتيجة لإنشاءات هندسية مستوية. وتداول بعض الأسطح الدورانية مثل الاسطوانات المخاريط ومقاطعهم المستوية. بهذه الطريقة الطلاب يكونوا مستعدون "نظرياً" لمتابعة محتويات مقرر الهندسة الوصفية الجامعي.

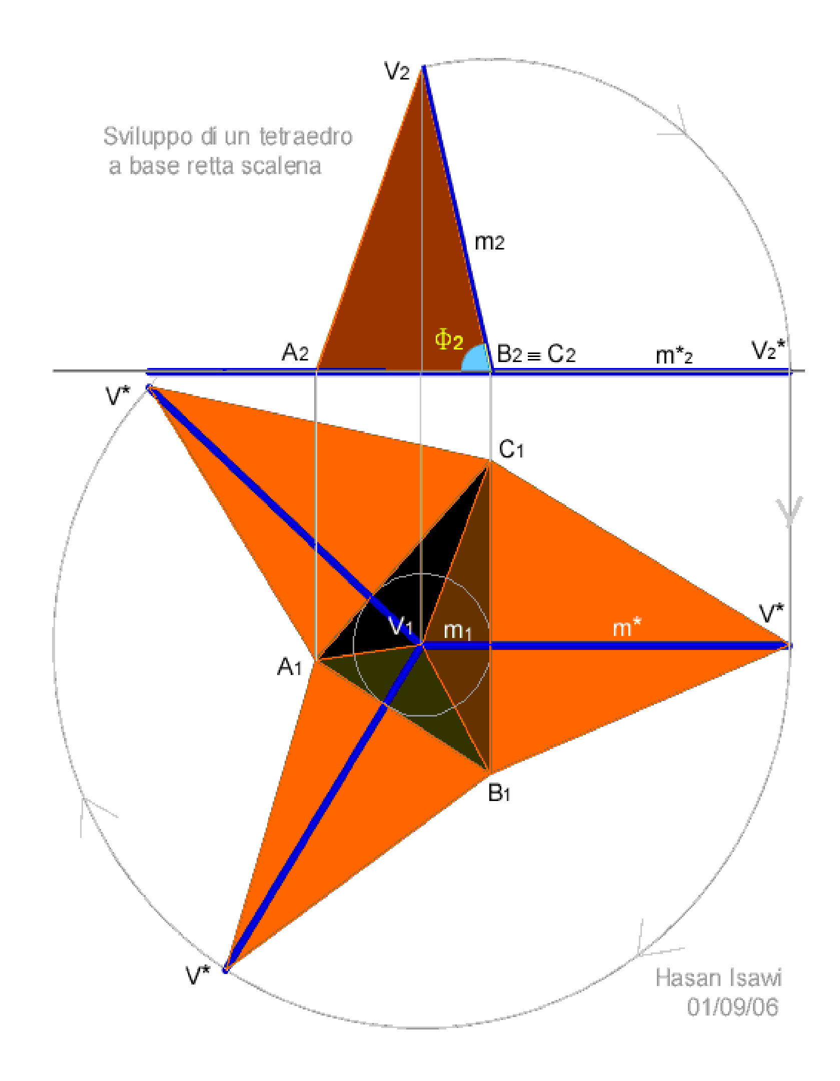
ينبغي أن نحرر الرسم من الأنماط القديمة: التوقف عن التفكير في تقسيم الرسم الى عدة مقررات (الرسم الحر، الرسم الهندسي والهندسة الوصفية والرسم بالحاسوب. ، ناهيك عن تلك الأسماء الكثيرة التي تبزغ كل يوم. ولكن التفكير بمقرر موحد بأهداف مختلفة، أهداف تشمل حتى المسائل المتعلقة باستخدام اجهزة التصنيع الرقمية (Printer 3d،laser ).

برنامج الفصل في النصف الأول للمقرر المقترح يرتكز على تدريس الإنشاءات الهندسية وتمثيل العمارة من خلال الرسم الحر وبمساعدة التكنولوجيا كاد.

خلال الدروس الطلاب يتلقوا بشكل متزامن مفاهيم الهندسة الوصفية وتطبيقاتها بواسطة الرسم الحر وباستخدام التكنولوجيا كاد ( CAD).أي أن منهجية التدريس تستند على دمج المحاضرات النظرية والتطبيقات العملية. عملية الرسم الحر متزامنة مع عملية استخدام جهاز عرض لعرض المؤثرات الحركية. نوع من التكامل بين حرية مهارة الرسم اليدوية ودقة أدوات الرسم الرقمية.




شكل6/ 93: مراحل انشاء سقف بطيات مستوية بنفس الانحدار (اسقاطات متعمدة ونمذجة 3 الابعاد). (الباحث)

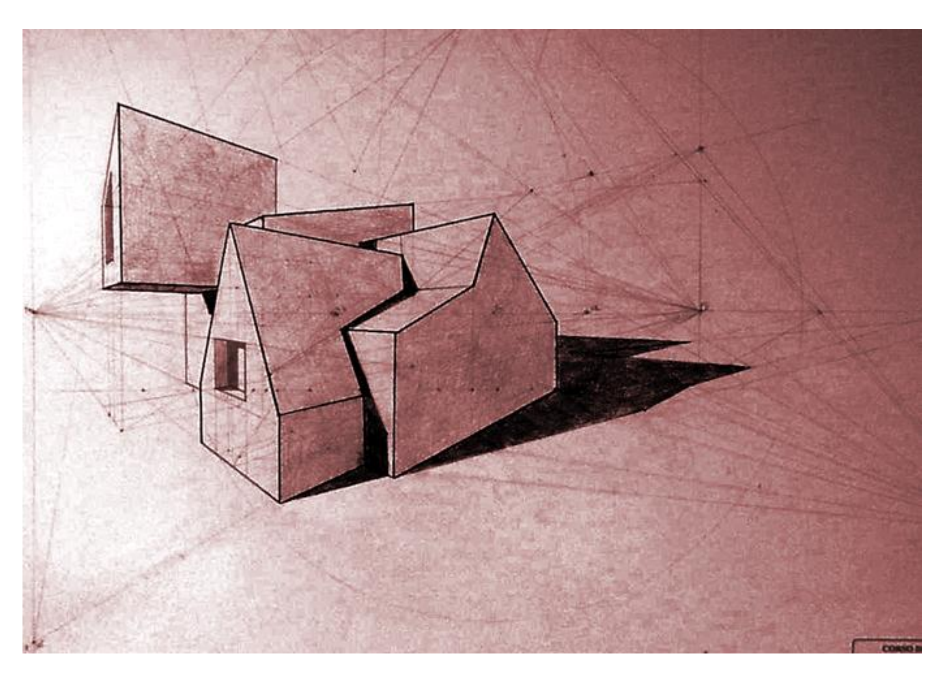



شكل6/ 94: عمليات انفراد (او بسط) أوجهة رباعي الوجوه التي يمكن اظهارها بسلسلة من المؤثرات الحركية. (الباحث)

خلال ممارستي لمهنة تدريس الهندسة الوصفية في جامعة روما ظهرت الكثير من الأسئلة التي أعطت اتجاها لمزيد من التطور. وفيما يلي هناك بعض من هذه الأسئلة:

- ما هي احتياجات المهندس المعماري لتمثيل أفكاره؟.
- ما هي احتياجات الطلاب السنوات الأولى في العمارة لتمثيل مفاهيمهم الأولية ؟.
- ما هو النوع من الإظهار الذي ينبغي أن يدرس لطلاب العمارة اليوم ، مع الأخذ في الاعتبار حقيقة أن البرنامج الكاد الحالي (AutoCAD، Abisplan 3D، ArchiCad ، Nemetschek...الخ) يدعم ما يقارب 99 ٪ من الممارسة المهنية في إدارة وتمثيل التصاميم المعمارية.
- ما هو الفرق بين المصمم ومشغل الكاد إذا كلاهما يستخدم نفس الأداة في التعبير الجرافيكي؟.
- كيف نجعل برنامج التدريس مثيرة أكثر لاهتمام الطلاب وكيف يمكن تحفيز وزيادة معرفتهم؟
- ما هي كمية الهندسة التي نحتاج إليها في البرنامج الدراسي؟
- كيف يمكننا إيجاد توازن جيد بين الإنشاءات الهندسية التقليدية وتقنيات الكاد؟
- ما هي ميزات البرنامج بالنسبة لبرامج الدورات الأخرى ؟

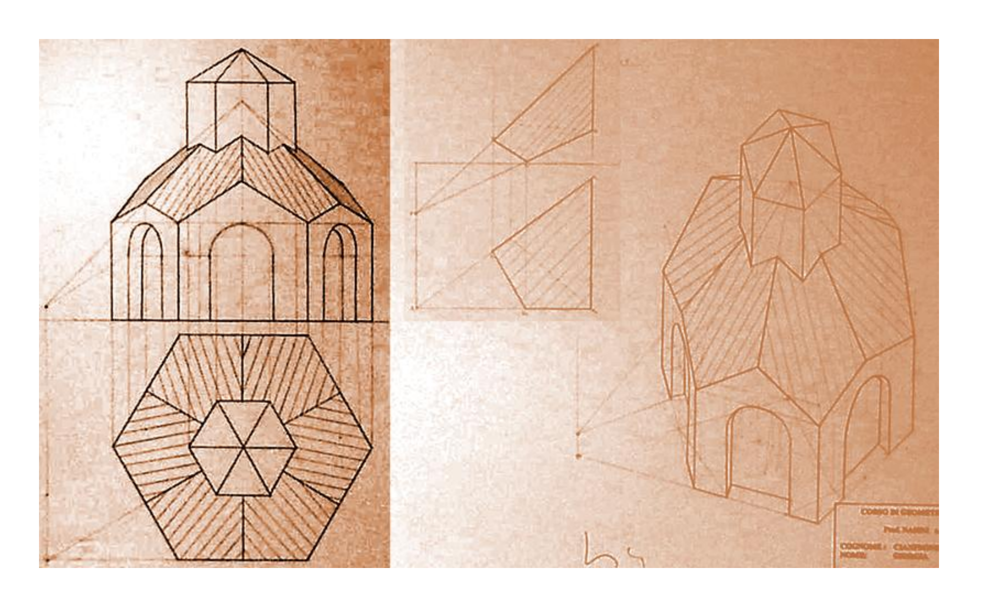
بعض إجابات هذه الأسئلة سيتم مواجهتها في الفقرة التالية.



شكل95/6: رسم يدوي لمنظور بمستوى اسقاط رأسي لتكوين أحجام متراكبة، مزود بالظلال الذاتية والساقطة. (الباحث)

الدروس المتعلقة بالرسم الحر والكاد ستكون منظمة خلال تدريبات الفصل الدراسي بطريقة متبادلة بينها. هذا النوع من النهج، يعطي للطلاب القدرة على فهم مسائل الإظهار في أسلوبين مختلفين (الكاد، والرسم الحر). كل دورة تشمل إذا لزم الأمر عرض لمؤثرات حركية لتسهيل فهم المسائل الهندسية. على سبيل المثال: عملية إفراد ( unfolding) رباعي الوجوه من خلال تطبيق جميع مثلثات متساوي الأضلاع على نفس المستوى شكل93/6).

الفصل الدراسي ينقسم إلى قسمين رئيسيين: الجزء الأول يشمل التحقق من المعرفة النظرية حول الرسم الحر (شكل100/6). الجزء الثاني يتضمن تقييما للمعرفة في إنشاءات الكاد لنمذجة أمثلة معمارية مبسطة بهدف إظهار العناصر الهندسية الأساسية المكونة لتلك الأمثلة



شكل96/6: إسقاطات متعامدة واكسونومتري كافاليرا افقية لمعمودية بقاعدة سداسية. (الباحث)

**6-6-2-2- الرسم الحر**

الرسم الحر هي الأداة الأولى لفك رموز الشكل الذي يمثل النهج الأولي في كل عملية معرفية للواقع . الرسم الحر هو العلامة السريعة الأولى لتثبيت صورة للواقع (أو الخيال)، على ورقة الرسم، والتي نتجت من عملية النظر (أو الإدراك).

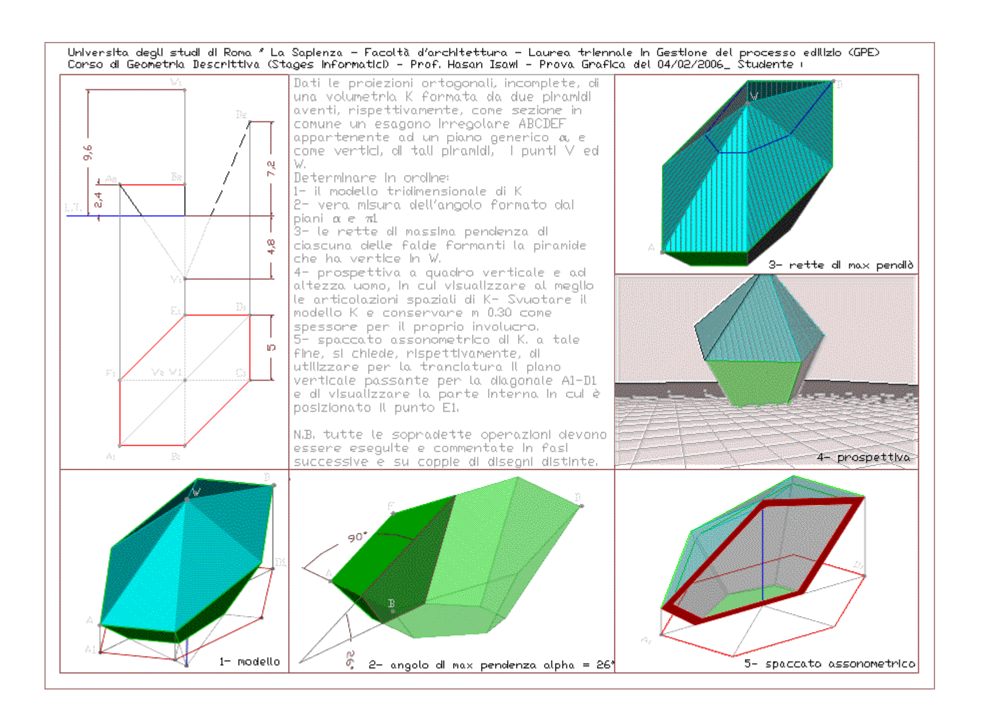
في مجال المسح المعماري، الرسم الحر يهدف إلى التحقق من المباني القائمة بطريقة نقدية، عن طريق تمثيل المبنى بواسطة الخطوط المهمة المستمدة من عملية التوليف والقراءة الموضوعية. يمثل أداة تواصل بين الحدس العفوي والإدراك الواقعي ، تهدف إلى تمرين الطالب على قراءة المبنى وتفسير خصائصه الهندسية، ومن ثم على رسمه بدقة في مرحلة لاحقة.

هدف هذا الجزء من الدورة هو السماح للطلاب بالقيام برسومات هندسية باليد الحرة (Fagnoni 2001) . المحتوى يرتبط ببرنامج التطبيقات المحوسبة لمفاهيم الهندسة الوصفية .

لإتقان هذه المهارة يبدأ الطالب برسم خطوط متوازية لإنشاء أنماط هندسية ثنائية الأبعاد حيث يتدرب الطلاب على عمل اسكتشات واضحة ومفهومة.

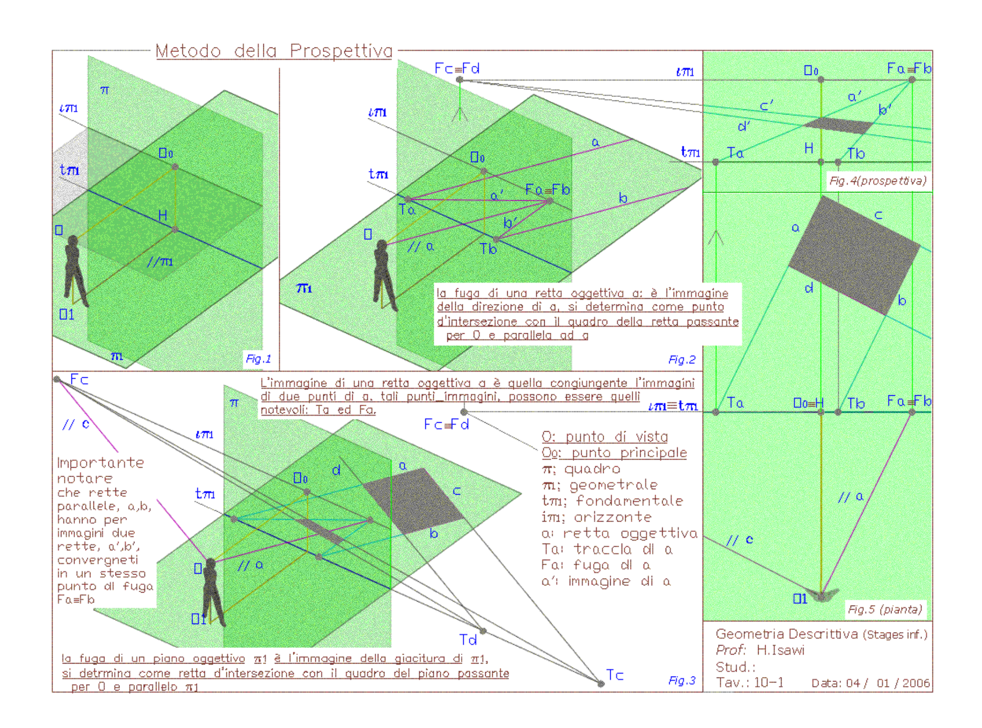


شكل97/6: اسكتشات لدراسة مسحية. تطبيقات الهندسة الوصفية ومسح العمارة ( Applicazioni di Geometria Descrittiva e Rilievo dell'Architettura)– أنطونيلا دي لوجو (Antonella Di Luggo) دورات التعليم الإلكتروني لكلية الهندسة المعمارية. جامعة دي نابولي فيدريكو الثاني (Università degli Studi di Napoli Federico II) .




شكل6/ 98: اختبار عملي لتقييم معرفة مفاهيم الهندسة وتطبيقاتها في الفراغ الافتراضي للبرمجية اوتوكاد (الباحث)

الجزء الثاني من الرسم الحر يتعلق برسم شكل حقيقي ثلاثي الأبعاد. مهمة الطلاب هي التعرف على العناصر الهندسية الأساسية لمجسم معقد وفي تطبيق قواعد المنظور أثناء تنفيذ الرسم.
بهذة الطريقة يتدرب الطلاب على ممارسة مهاراتهم التصورية وعلى تنمية قدرتهم على تحويل عناصر المجسم ثلاثي الأبعاد الى رسم ثنائي الأبعاد. هذة المهارات ترتبط ارتباطاً مباشراً بتنمية القدرة على عملية النمذجة في نظم الكاد. وتدرب الطالب على التفكير الاستراتيجي لإيجاد حلول للمشاكل المعقدة.
(Petri._2006. Medola)

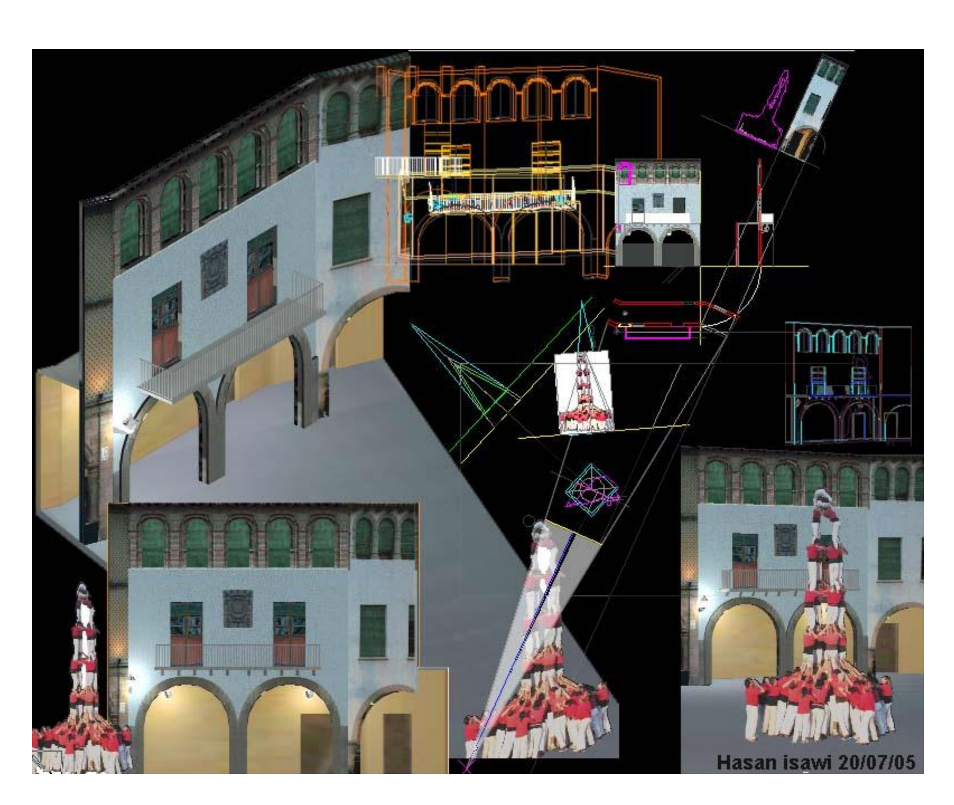



شكل6/ 99: انشاءات هندسية فراغية لتوضيح الأسس والمفاهيم الأساسية للمنظور. والتي هي مفيدة في عملية تنفيذ الرسم الحر

وبهذه الطريقة، يكتسب الطلاب الخبرة بطريقتين متكاملتين: عملية معرفة توليف العناصر الأساسية لمجسم ثلاثي الابعاد وعملية ترجمتها إلى رسم ثنائي الأبعاد. هذه المهارات تعتبر جزء هام في عمليات النمذجة ثلاثية الابعاد وفي عملية التصميم في المستقبل.

عادة ما يكون المصمم مدرب على ممارسة وتطوير أفكاره بصريا أثناء عمليات الرسم الأولية (Sketch) بهدف الوصول إلى حلول معمارية. ومن المؤكد أيضا ان عملية القيام باسكتشات جيدة، يعتمد على المهارة الذي اكتسبها المصمم خلال مرحلة التدريب الجامعي. (Migliari 2000)

في هذه الدورة يتم تدريس قواعد الإنشاءات الهندسية لتشجع التفكير الاستراتيجي، والفهم التدريجي لمفاهيم الهندسة وكذلك لتكوين وتطوير القدرات الإدراكية الأساسية. معرفة مفاهيم مثل تحديد العناصر الرئيسية (مركز ومستوى الإسقاط) لأساليب الإظهار المختلفة (منظور، مونج، اكسونومتري) في غاية الأهمية في استخدام الكاد. من بين الأنواع الستة للاكسونوتري سيستخدم في الرسم الحر الاكسونومتري الكافاليرا الأفقية، نظراً لسهولة تطبيقاتها النظرية والعملية. ويشمل المحتوى أيضاً دراسة لنظرية الظلال من مصدر ضوء طبيعي (نقطة لانهائية) أو اصطناعي (نقطة نهائية) كما هو مبين في الشكل (41/4) و (42/4) من الفصل الرابع. فضلاً عن مواجهة موضوع الاسترداد ألمنظوري (geometric restitution of perspective) [16] كما هو مبين في الشكل (101/6).




شكل6/ 100: الانشاءات الهندسية للحصول على الشكل الحقيقي لواجهة مبنى التي تمت باستخدام الاسترداد المنظوري لصورة فوتوغرافية تظهر تلك الواجهة [16] .

وخلال الدورة ، يتلقى الطلاب معلومات عامة عن جميع أنواع الاكسونومتري الستة (متعامدة ، مائلة). في ممارسة الرسم الحر كما قلنا سابقا تطبق فقط نوعين من الاكسونومتري المائلة [0]، وهما الاكسونومتري الكافاليرا الافقية (Cavalier military) الاكسونومتري الكفاليرا الرأسية (cabinet). هذا الاختيار يجد ما

يبرره في بساطة وسرعة تمثيل هذه الأنواع باستخدام الرسم الحر، الذي ليس بحاجة إلى دقة في الرسم بل الى مفاهيم عامة للحصول على تمثيل تقريبي لحالة فراغية معينة.



1- sito

2- Inserimento ambientale del modello 3D



3- sistemazione area circostante

Hasan isawi 19/05/05

شكل6/ 101: إدراج فكرة مشروع افتراضي في المساق الحقيقي. السلسة من الصور تشمل الموقع الحقيقي حيث يراد ادراج المشروع؛ المرحلة الثانية تظهر تكامل عملية ادراج المشروع؛ الصورة الثالثة تظهر عملية تنظيم المنطقة المحية بموقع المشروع.

قواعد ومفاهيم الإسقاط المركزي (المنظور) يجب أن تكون موجودة في المناهج الدراسية لعدة أسباب:

- الأول يشير إلى أن فهم العناصر الأساسية (مركز ومستوى الإسقاط) ، والمفاهيم الرئيسية للمنظور مثل إسقاط النقطة اللانهائية للخطوط المتوازية (الخطوط a b في الشكل 100/6) مفيد في تطبيقات الرسم الحر.
- وهناك سبب آخر مفيد أيضاً لتطبيقات الكاد، وهو يكمن في معرفة كيفية إعداد العناصر الرئيسة (مكان مركز الإسقاط واتجاه محور مخروط الرؤيا O-O0 ) من أجل توليد إسقاطات منظورية حسب الطلب وليس عن طريق محاولات عشوائية تستند فقط على حدس على الاغلب غير مدرب (الشكل 100/6).

- وبالإضافة إلى ذلك ، فإن معرفة مفاهيم المنظور ضرورية كما قلنا سابقاً في عملية الاسترداد ألمنظوري. حيث يمكن الحصول على البيانات القياسية والشكلية لكل العناصر المرئية لمبنى ما ظاهرة في صورة معينة. وبمجرد الحصول على هذه البيانات، يمكن بناء نموذج ثلاثي الأبعاد كنسخة افتراضية لذلك المبنى (الشكل 101/6). عمليات الاسترداد ألمنظوري مهمة جداً في الحالة التي يراد فيها إتباع قواعد المنظور لتركيب صورتين: إحداهما تمثل صورة نموذج افتراضي لفكرة معمارية معينة والأخرى تمثل صورة للسياق الحقيقي حيث يراد إدراج تلك الفكرة. .فائدة هذه العملية مهم لتقييم الأثر التصوري البيئي لفكرة معمارية في سياق التدخل.
- معرفة قواعد المنظور مفيد حتى في مهام معالجة الصور ( photomontage). بهدف اقتراح تعديلات متعلقة مثلاً بحجم أو بشكل فتحات المباني.

سبب آخر لدراسة المنظور هو التمكن من رسم فكرة تصميمية تبين سمات وأسلوب المصمم .هذه مسألة هامة في مجال العمارة والتي عادة ما تكون نقيضه لرسوم الكمبيوتر الغير حيوية.

### 6-7-2-3- النمذجة ثلاثية الابعاد

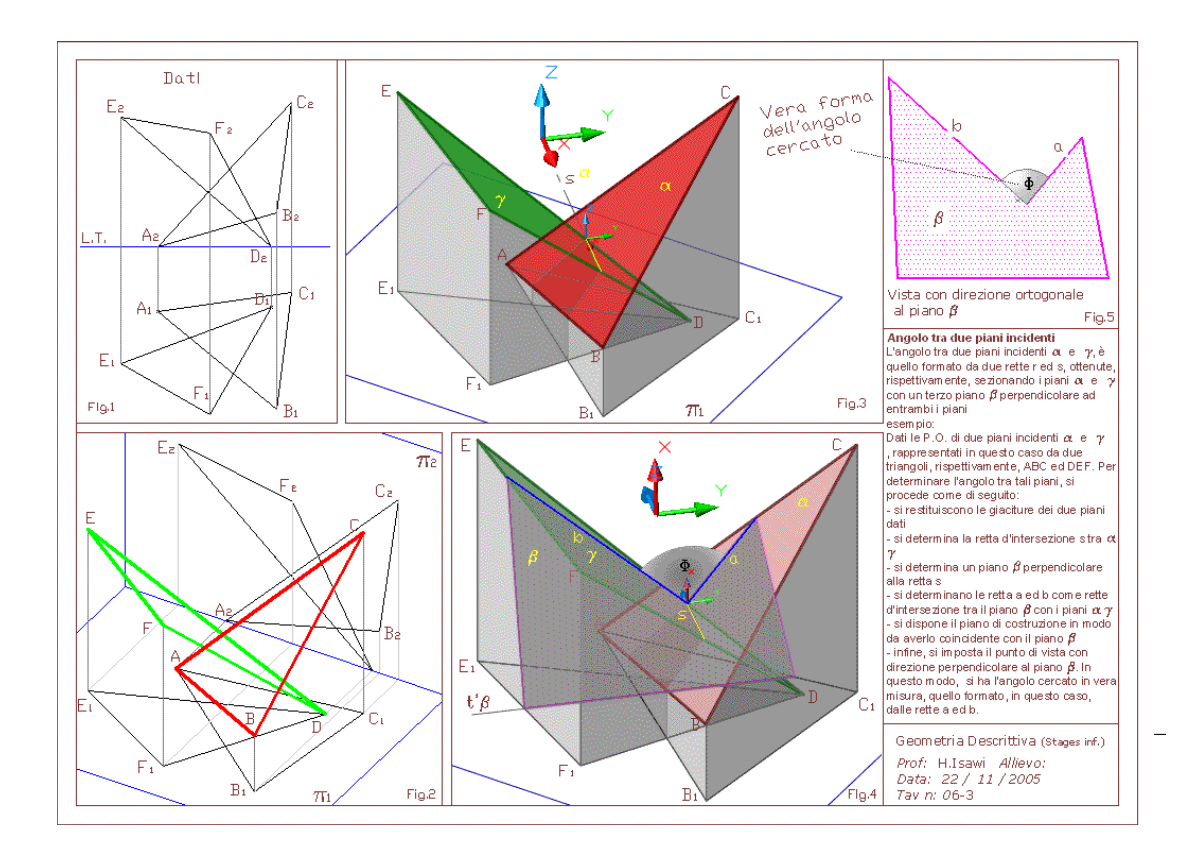
والهدف من هذا الجزء من الدورة هو تدريب الطلاب على انشاء نماذج صلبة والتحكم بخصائصها الهندسية التكوينية. (Jr. 1998،Croft)

خلال الدروس سوف يستخدم البرنامج أوتوكاد، ولكن منهج الدورة سيكون منظم بطريقة تسمح للطلاب استخدام أي برنامج كاد أخر ثلاثي الأبعاد.

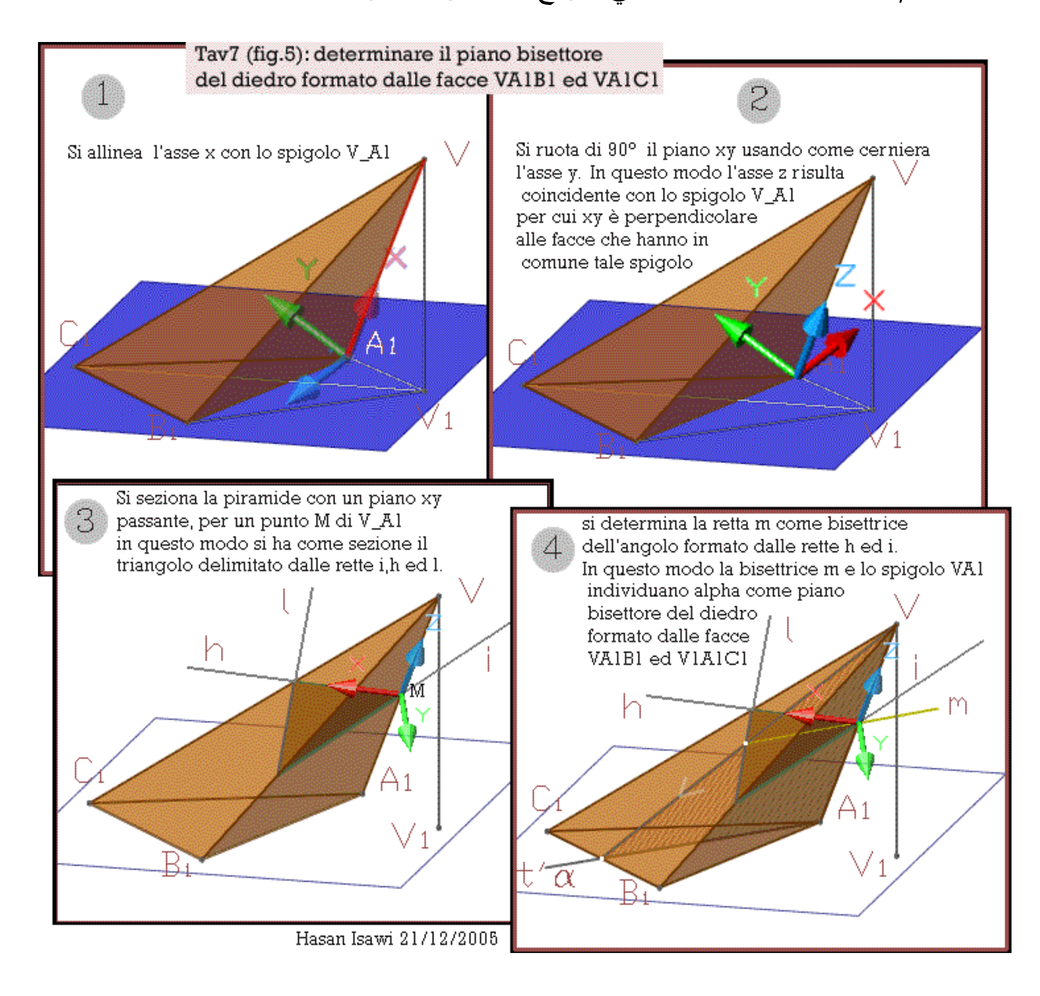
أهداف هذه الدورة تنصب في التركيز على اكتساب معرفة المبادئ الأساسية في توليد مختلف المجسمات والسطوح الهندسية ، وفي تعلم طريقة التفكير الاستراتيجي لحل المسائل الهندسية في مرحلتي الإنشاءات الهندسية المذكورة في الفصل الرابع، وهما :

1 -مرحلة ما قبل النمذجة، تشير إلى عمليات الإنشاءات التحضيرية لتحديد الحد الأدنى من العناصر اللازمة لتوليد النماذج ثلاثية الأبعاد المختلفة؛

2 -مرحلة ما بعد النمذجة ، وتشمل نوعين من العمليات الإنشائية: – النوع الاول يشمل عمليات تحليل وتحقق من النماذج التي حصل عليها نتيجة عملية نمذجة التلقائية والتي تشمل ايضا تحديد كيانات مهمة مثل خط اقصى انحدار لمستوى بوضع عام او نقطة الحد الاقصى لخط تربيعي ناتج من تقاطع أسطح دورانية ؛ –أما النوع الآخر فيشمل الإنشاءات الهندسية لتحديد الحد الأدنى من العناصر الرئيسية اللازمة للحصول على احدى اسايب الاظهار، مثلا تحديد موقع مركز النظر ومحور مخروط الروئيا للحصول على نوع معين من المناظير (مستوى اسقاط رأسي، مائل أو افقي) .



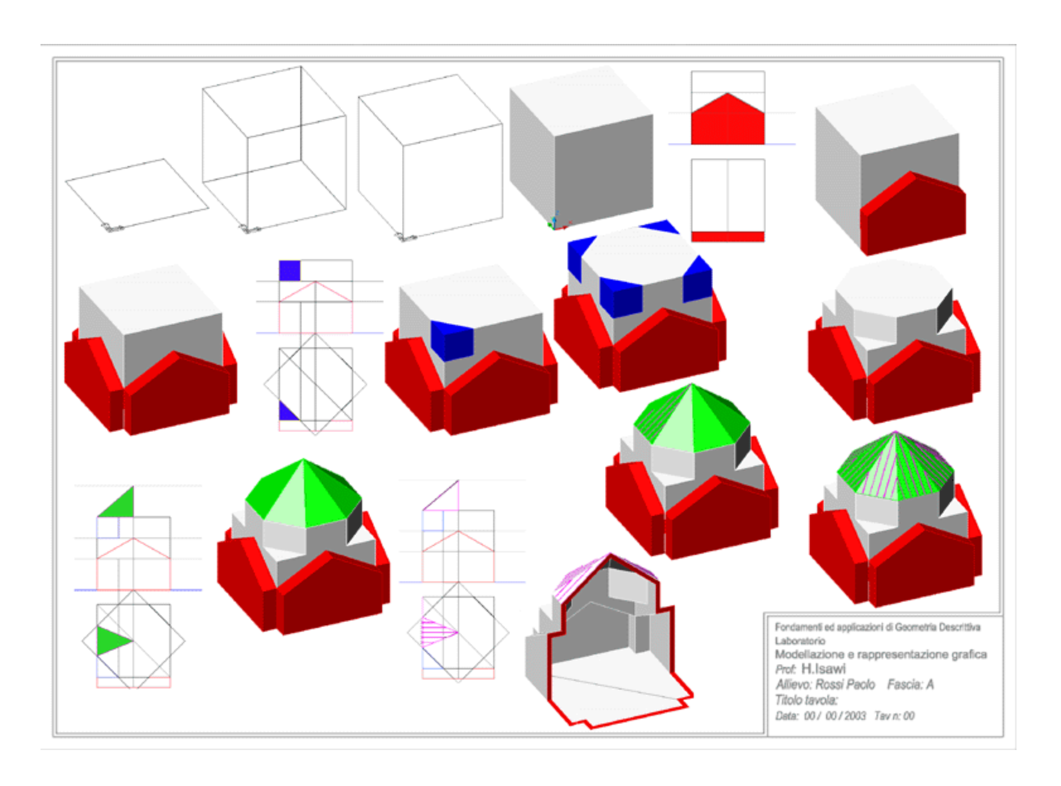

شكل6/ 102 : إنشاءات هندسية في الفراغ لتحديد زاوية الزوجية بين مستويين. (الباحث)




شكل 103: الانشاءات الهندسية لتحديد مستوى منصف الزاوية الزوجية لمستويين VAB،VAC.

الوحدات المواضيعية تبدأ بالرسم ثنائي الأبعاد والأشكال الهندسية في الاسقاط المونجي (Monge_projection) والتي يتم استخدامها بعد ذلك لتوليد النماذج من خلال عمليات تلقائية مثل البثق (Extrude) وفقاً لمسارات مستقيمة (أو منحنية) ، او مثل الدوران (Revolve) .

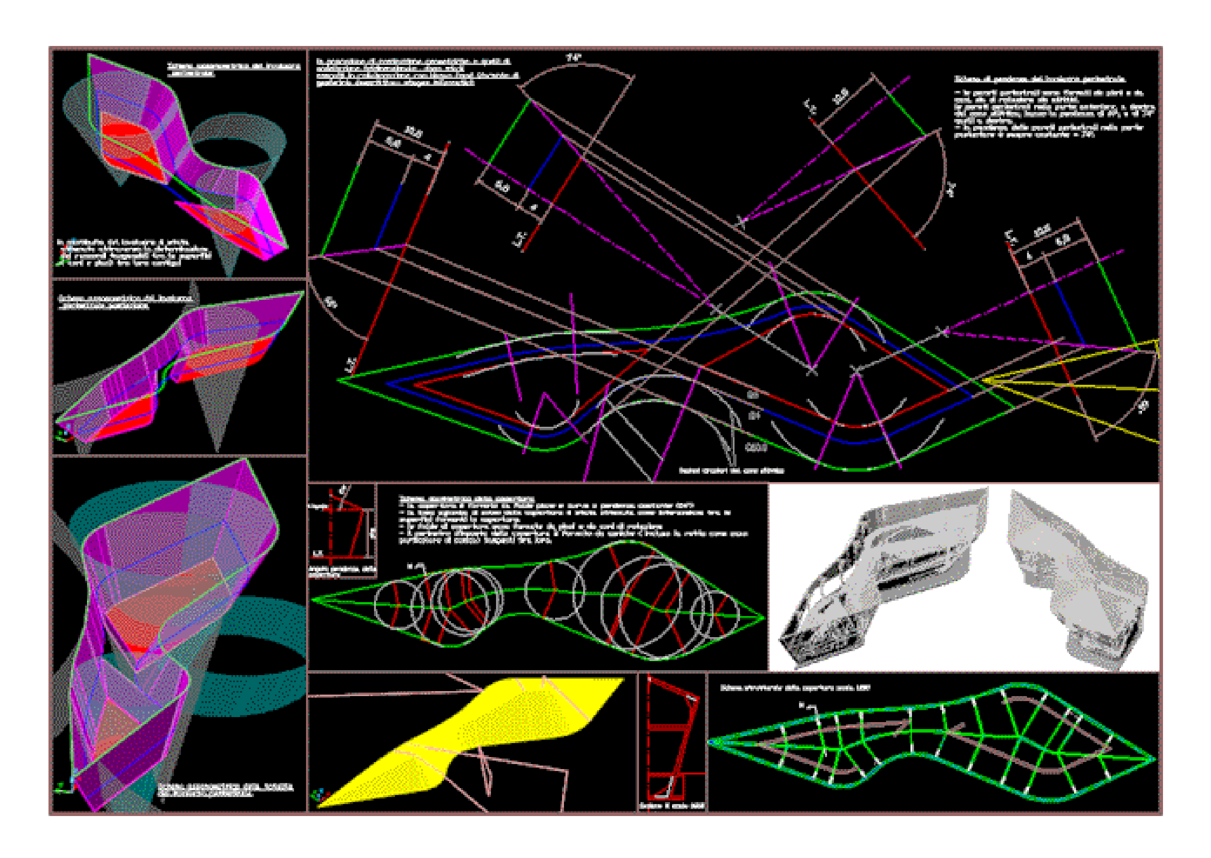
وبالإضافة إلى ذلك، يتم تجميع ومعالجه عناصر بسيطة للوصول الى انشاء نموذج أكثر تعقيداً. أو تكوين علاقات هرمية بين تلك العناصر (شكل 6/ 106 وشكل6/107).



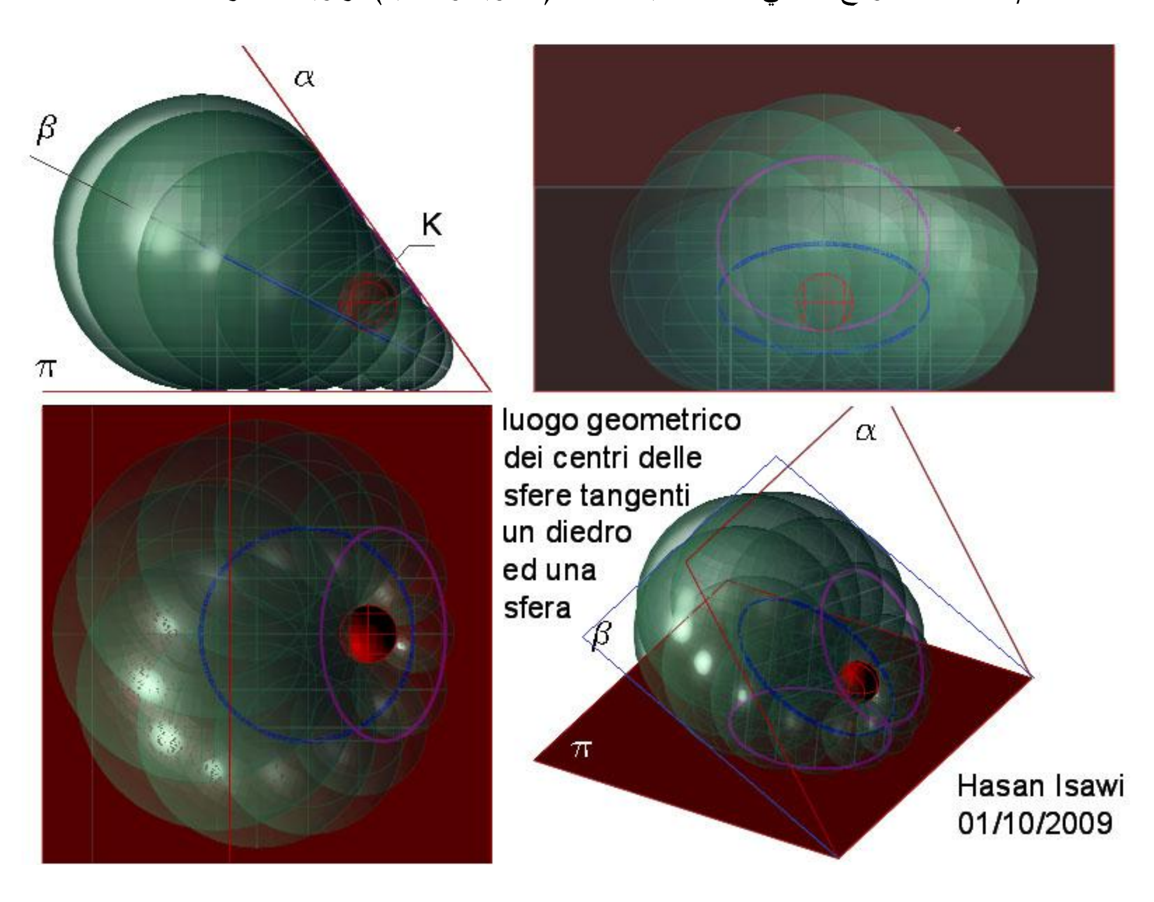

شكل6/ 104: تسلسل عمليات النمذجة لتكوين وحدات من الحجوم. حيث تم استخدام الإسقاطات المتعامدة لتحديد موضع كل عنصر قبل توليده تلقائيا في الفراغ.

خلال الدورة يناقش العديد من موضوعات النمذجة مثل كيفية تحديد مستوى العمل ( Costruction plan ) وكيفية العمل على الوجه الأمثل لحل مسائل القياس والموضع، مثل تحديد المستوى المنصف لمستويين، او الخط المنصف لزاوية مكونة من ثلاثة مستويات أو النقطة المنصفة لرباعي السطوح. المعرفة المتعلقة بنظرية الظلال وتطبيقاتها النظرية في طرق الإظهار المختلفة. وبواسطة الإنشاءات الهندسية في الأسلوب الكلاسيكي، سواء من مصدر ضوء طبيعي (نقطة لا نهائية) أو اصطناعي (نقطة نهائية). تقنية الاسترداد ألمنظوري لإنشاء نسخ افتراضية لمباني حقيقية. في هذه الحالة الأخيرة، من المفيد تحديد موضع مركز النظر من حيث أخذت الصورة الحقيقية للمبني وجعلها تتطابق مع مركز النظر الافتراضي، بهدف إدخال النموذج الافتراضي لفكرة تصميمية في السياق الحقيقي (الشكل 100/6). مختلف المواضيع والقضايا التي يتم التعامل معها في الدورة ستمكن الطالب من تكوين رؤية واضحة لأهمية المفاهيم النظرية للهندسة الوصفية في تطبيقات الكاد ثلاثية الأبعاد.

وتختتم الدورة بإنشاء نماذج معقدة بالإشارة إلى الأشكال المعمارية (شكل104/6 وشكل 105/6).



شكل105/6 : بناء نموذج هندسي لسقف بطيات مائلة (مستوية ومنحنية) بزاوية انحدار ثابتة. (الباحث)




شكل106/6 : سطح حلقي براسم متغير. يحصل على السطح من التحول الهوموثوتي لكرات متماسة اثنين من الكيانان المعلومة: زاوية زوجية وكرة . (الباحث)

### 2-7-6 الخطة الدراسية المقترحة

**الهدف**

تعليم الطالب من خلال مفاهيم الهندسة الوصفية وتطبيقاتها الحاسوبية (أوتوكاد) ، الإنشاءات الهندسية الضرورية لعمليات النمذجة ثلاثية الأبعاد والإظهار الهندسي.

**المواضيع**

- المسائل المترية: المقياس الحقيقي لمستقيم بوضع عام؛ الشكل الحقيقي لشكل مستوي بوضع عام؛ زاوية أقصى انحدار؛ عمليات الإفراد. ؛ تقويم تقاطع اثنين من الأسطح الثنائية؛ تقويم منحنى عام.
- العلاقات التقابلية: -- التآلف و التآلف العكسي، تقارب، هوموثيتي مباشر (أو عكسي) ، نتاج اثنين أو أكثر من العلاقات التأليفية؛ التفاف بين قطع مخروطية متشابهة أو مختلفة فيما بينها.
- مسائل التماس والتحولات الهندسية في الفراغ : نتاج التحول الهندسية لاثنين أو أكثر من الأسطح الدائرية؛
- سطح التوصيل المماسي بين اثنين من الأسطح الدائرية, بما في ذلك الأسطح الحلقية المتشابهة أو المختلفة فيما بينها.
- حالات التقاطع: قطع مستوي عام لسطح دائري. تصنيف منحنى التقاطع بين أسطح دائرية؛
- التكوينية الفراغية لبعض الأسطح الهندسية:
  - الدالة والمحور الرئيسيين لسطح مخروطي ثنائي بقاعدة اهليجية.
  - الدالتين الحدودية, والمحورية لسطح مسطر.
  - الدالات الحدودية والمحورية لسطح حلقي براسم متغير.
- العناصر الرئيسية لطرق الإظهار الثلاثة: طريقة مونج، والمنظور, والاكسنومتري.
- العناصر الأساسية لعمليات لظلال والتظليل؛
- عمليات الاسترداد ألمنظوري والإدراج البيئي ، وذلك بهدف الحصول (بواسطة صورة فوتوغرافية ) على مقاييس الأشكال الهندسية لمبنى ما. بالإضافة إلى ذلك ، يهدف هذا الإجراء إلى إنشاء نسخة افتراضية مطابقة لهذا المبنى التي تعتبر مرحلة مهمة في عملية إدراج المبنى في سياق واقعي بهدف تقييم الآثار البيئية المحتملة.

**الموارد التعليمية المقدمة**

الموارد التعليمية وغيرها من المعلومات (البرنامج الدراسي, الجدول الزمني، وتنبيهات) ستكون محدثة باستمرار في الموقع الالكتروني المخصص للهندسة الوصفي.

**ملاحظات**

طوال مدة الدورة وأثناء الدروس في مختبر الحاسوب، هناك استدعاء مستمر لمفاهيم وأساليب الهندسة الوصفية. التي بالإجمال تسمح لنا بتبرير وفهم وتنفيذ الإنشاءات الهندسية اللاحقة والسابقة للعمليات التلقائية كالنمذجة والإظهار.

**الامتحان النهائي**
يتألف من اختبار عملي باستخدام الكمبيوتر، حيث يجب على الطالب إثبات القدرة على نمذجة واظهار أسطح مختلفة وفقا لمفاهيم وقواعد الهندسة الوصفية. بالإضافة إلى ذلك ، فإن التقييم النهائي يأخذ بعين الاعتبار أداء اللوحات الرسومية التي عينت خلال الدروس.

### *6-8 توصيات ختامية*

الوضع الحالي يرغمنا على مناقشة طريقة جديدة لتدريس الهندسة الوصفية، حيث باحثين ومدرسين وخبراء في مقررات الرسم يجب ان يشاركوا في صياغتها ، مهمتهم تكمن في فهم كيف تدريس معرفة ومنطق الهندسة الوصفية باستخدام الادوات الرقمية. من المهم جدا، عدم التجمد في تدريس تقنيات أساليب الاظهار فقط، بل التركيز على توعية الطلاب على تصور وتحديد نشأة التكوين الفراغي للأشكال الهندسية المختلفة باستغلال الامكانات الكبيرة التي توفرها برمجيات الكمبيوتر. وفقط عندئذ وبالاعتماد على قواعد ومسلمات الهندسة يمكن أنشاء واظهار أي فكرة تصميمية.

1. الهندسة الوصفية تعلمنا كيف ننشئ الأشكال في الفراغ وكيف نستخدم الإسقاطات كوسيط ضروري بين المصمم وفكرته. إذا أدرجنا مواضيع الهندسة الوصفية في قائمتين ، في واحدة المفاهيم المفيدة في مجال النمذجة ثلاثية الأبعاد وفي الأخرى تلك المفيدة لإنشاء الصورة الناتجة من الإسقاط ، سنرى أن القائمة الأولى أطول وأغنى بكثير من الثانية. (Miligari 2001)
2. لذلك ينبغي استخدام أمثلة نظرية كثيرة وتطبيقاتها في مجال الهندسة المعمارية. الهدف من تناول هذه الأمثلة هو تحسين التصور المكاني والإبداع لدى الطلاب.
3. ينبغي وضع طريقة واضحة وبسيطة لشرح المفاهيم النظرية من الرسومات ثنائية الابعاد حتى النمذجة الافتراضية، لإعطاء الطلاب المعرفة الهندسية الملائمة للعمل في المستقبل.
4. تنفيذ مجموعة متنوعة من التطبيقات الحاسوبية للهندسة الوصفية بهدف تصنيف المواضيع والمفاهيم والأساليب: في ضرورية، وعامة ، وغير مهمة.
5. نص دليل جديد للهندسة الوصفية والذي ينبغي أن يشمل ثلاثة أجزاء أساسية: –الأول المكرسة لأساليب الاظهار ؛ –الثاني للمسائل الأساسية ؛ -والثالث للتطبيقات.
6. استخدام المؤثرات الحركية في التدريس.
7. استخدام شبكة الإنترنت كوسيلة داعمة لعملية التعليم.
8. المعرفة المتعلقة بإنشاء الصورة المسقطة لا تستخدم فقط في عملية التنفيذ بل أيضا، في عملية القراءة ، وبالتالي، فهي ضرورية أيضا في مجال النمذجة الرقمية.
9. يجب أن نبحث في إمكانات الحاسب الآلي الطرق الاسهل لتدريس المشاكل التجريدية الاكثر صعوبة في عمليات الاظهار. وبالإضافة إلى موضوع البعد الثالث الاكثر أهمية، يجب مواجهة أيضاً تأثير الضوء والظلال على الحجوم، والعلاقات بين الكتلة والخلفية ( background)، والتغطية بالفسيفساء (Tassellation) في الرسم ثنائي الأبعاد ، والتكوين والمواضع المتبادلة بين الكيانات والنتيجة المترتبة على واحدة أو أكثر من حركات الدوران، التماثل ، والانزلاق .على سبيل المثال بجمع حركتي دوران وانزلاق (rototranslation) خط مستقيم باتجاه معين يمكن الحصول على السطح الحلزوني ، أو بجمع حركتي تكبير (او تصغير) ودوران دائرة حول محور يمكن الحصول على سطح حلقي براسم متغير.

10. من الدراسات المثيرة للاهتمام، التي يمكن القيام بها مستقبلا، تتعلق باحتمالية تأثير أداة الرسم على العمليات الإبداعية للمهندسين (لنتذكر الجدل الحاد في المرحلة الانتقالية بين الحرف اليدوية والصناعة في 800).
11. وأخيرا بإزالة عبء تقنيات الرسم اليدوي وبتعزيز ما قد يبقى بعد نسيان الكثير من النظريات والبراهين، أي التفاعل مع الفكرة التصميمية فقط بواسطة الرسم الحر دون الإنشاءات المتعبة للرسم الدقيق لأننا بواسطة الحاسوب سنكون قادرين على إظهار المشاريع بسرعة و بدقة أكبر . (بريفي_2006)

ولهذا، يجب أن نبدأ بالتطبيقات ثلاثية الابعاد لتلك المفاهيم (تقابل، مسائل الموضع والقياس ) والاساليب (اسقاطات مونج) المفيدة في فهم قواعد الفراغ الهندسي. وكما نعلم الرسوم ثنائية الأبعاد هي نتيجة تلقائية للنماذج الرقمية ولكن معرفة انشاء اساليب الاظهار خصوصا الاسقاطات المونجية ( Monge Projetion) يسمح بتحديد العناصر الضرورية لخلق هذة النماذج أو التحقق من بعض خصائصها. تطبيق الهندسة الوصفية في الفراغ الافتراضي، يسمح للطالب ايجاد النهج البديهي والابسط للدخول في عالم الاظهار، لتعلم التفكير ثلاثي الابعاد ولتعرف على جميع أساليبة من خلال عمليات تفاعلية تسمح بتغير موضع او اتجاة مركز الاسقاط.

باختتام هذا البحث أود الإشارة إلى ما يبدو النقطة الأهم في استخدام الادوات الرقمية في تدريس الهندسة الوصفية : حقيقة استخدام أداة رسم فعالة لا تعني أن عملية التعليم والتعلم سوف تستفيد بالضرورة. لأنه في الواقع لا يوجد تلقائية بين حل المسائل تقنيا وفهمها النظري. الأداة يمكن أن تساعد الطلاب في فهم المسائل، وكذلك تزويدهم بمحفزات جديدة، ولكن هناك الحاجة إلى تخطيط جيد في العملية التعليمية.
لضمان فعالية الادوات الرقمية كأي وسيلة أخرى غير تقليدية، يجب أن يكون المعلم قادر على بناء بيئة جيدة للتعلم: إنشاء مجموعات عمل متوازنة وإدارة الوقت بشكل منظم، تبسيط المسائل دون تهوينها، اقتراح مسائل مهمة لاستغلال الإمكانيات التي تتيحها البرمجيات الرقمية (وإلا من الأفضل الاستمرار على استخدام المسطرة والفرجار).

وبما ان الهدف الرئيسي للهندسة الوصفية هو تدريس الادراك المكاني وتمثيله بطريقة لا لبس فيها، وبما ان الكمبيوتر يساعدنا كثيرا في هذه المهمة، فلماذا لا نركز جهودنا لتطبيق مفاهيم الهندسة في مجال النمذجة ثلاثية الابعاد الأكثر تعقيدا لفتح أبواب جديدة للتجربة والاستكشاف لتعلم والتعليم لإثراء الخيال في انشاء تصاميم أصلية في مجال العمارة.

بعد ما ورد من توصيات لازمة، لا يزال هناك الكثير للمناقشة والبحث: الرسم للاتصال، الرسم للمسح، الرسم للمشروع، الرسم للعمارة، الرسم للبيئة ، متعة الرسم، الحاجة للرسم، حرية استخدام الكلمة والرسم، القدرة على التفكير بواسطة الرسم، التمكن من الرسم بواسطة التفكير، الرسم باليد، بالقلب بالمنطق بضمير العلم.

ماذا يجب أن نقول للشباب؟. نرسم لنعيش ونعيش لنرسم ، حتى بواسطة الكمبيوتر.

***المراجع والحواشي***

***مراجع عربية***


- أبو يونس، إلياس (1996). **فاعلية استخدام الحاسوب في تدريس الهندسة الفراغية "دراسة تجريبية في الصف الثاني الثانوي العلمي"**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة دمشق، سوريا.جابر، عبد الحميد (1982). التعليم وتكنولوجيا التعليم (ط1)، القاهرة: دار النهضة العربية.
- مجد موسى. 2000. دراسة تحليلية لتطور أساليب تعلم عملية التصميم المعماري وتأثير الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات فيه . رسالة ماجستير بإشراف نبيل أبو دية .
- مفيد أبو موسى. 2007. أثر استخدام إستراتيجية التعلم المزيج على تحصيل طلبة التربية في الجامعة العربية المفتوحة في مقرر التدريس بمساعدة الحاسوب واتجاهاتهم نحوها. الجامعة العربية المفتوحة- عمان -المملكة الأردنية الهاشمية .
- جبر، معين (2006). **فاعلية طريقة تدريس قائمة على استراتيجيات التعلم الذاتي الموجه لتدريس الهندسية في التحصيل وحل المسألة الهندسية واتجاهات الطلبة نحوها.** رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا، عمان
- د. أمال عبده د. أشرف المقدم د. مجدي البسطاويسي (٢٠٠٥) . **رؤية مستقبلية للتشكيل المعماري في عصر الثورة الرقمية** . المؤتمر المعماري الدولي السادس قسم العمارة كلية الهندسة – جامعة أسيوط- مارس. تسعى هذه الدراسة إلى استكشاف الاتجاهات الفكرية والأساليب الجديدة التي طورت واحد من أقدم فروع العلم وهو العمارة، والتي تمكنت من الوصول إلى طرق تصميم جديدة وحققت عمارة كانت كامنة فقط في خيال المعماري. في حوار مستمر بين الأفكار والإظهار استخدم المعماري أدوات ومصطلحات ثورة المعلومات التي غزت المجتمع والثقافة ، وبالتالي البنيان.
- الطيبى، أحمد مسعد (2005) . **اتجاهات التعليم المعماري والتقنيات المستقبلية للثورة الرقمية.** المؤتمر المعماري الدولي السادس- قسم العمارة – كلية الهندسة –جامعة أسيوط- مارس ٢٠٠٥ م.
- التلاحمة، بشير (2008). فاعلية استخدام الحاسب الإلكتروني على التحصيل: **(تجربة تدريس المساحات في الرياضيات لطلبة الصف العاشر الأساسي /** فلسطين) . بإشراف د. غسان سرحان.
- احمد عبد الله إبراهيم، رسالة دكتوراه 2004 . **أثر برنامج حاسوبي مصمم لتدريس الهندسة الفضائية لطلبة الصف العاشر الأساسي في تحصيلهم الدراسي وقدرتهم على البرهان.**
- ماجد موسى ذياب المصري (2003) . **اثر استخدام إستراتيجية بوليا في تدريس المسألة الرياضية الهندسية في مقدرة طلبة الصف التاسع الأساسي على حلها في المدارس الحكومية لمحافظة جنين** – كلية الدراسات العليا في جامعة النجاح الوطنية في نابلس، فلسطين.
- الزغول، مضر وكيلاني، محمد (2009). **تطوير أدوات الوسائط المتعددة لتعليم الرسومات الهندسية** (Development of a Multimedia Toolkit for Engineering Graphics Education). البحث العلمي في الجامعة الأردنية. (September 2009، Issue 3،Volume 4 ).
- ويبوميتركس (webometrics) المركز الاسباني المتخصص بترتيب مواقع الجامعات حول العالم. المركز الوطني للأبحاث في اسباني ا"CSIC" ، وهدفه تشجيع النشر الالكتروني والمنافسة بين

الجامعات على زيادة استخدام الانترنت كوسيلة لتبادل ونشر المعلومات والخدمات. يقوم الموقع على تصنيف مواقع الجامعات وفق مجموعة من المحددات والمعايير المتخصصة.

**http://www.webometrics.info/top100_continent.asp?cont=aw**

- المتحف البريطاني، لندن،المملكة المتحدة . بركة في حديقة .جزء من مقبرة نيبامون ( Nebamun's garden،fragment of a scene from the tomb-chapel of Nebamun ).
**http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pond_in_a_garden.jpg**
- موجوروفيتش 2011 (Paolo Mogorovich). **كيفية ممارسة نظم المعلومات الجغرافية** (GIS). المجلس الوطني للبحوث -- معهد (Faedo). قسم الحاسوب. جامعة بيزا. آخر تحديث : 18/03/2011. حيث يعرف نموذج بيانات نظم المعلومات الجغرافية، بمجموعة من البيانات الرياضياتية لتمثيل الكاينات الجغرافية أو الأسطح. على سبيل المثال ، نموذج البيانات المتجه (Vector) يمثل الجغرافيا كمجموعات من الخطوط والنقاط والمضلعات، نموذج البيانات النقطية (Raster) يمثل الجغرافيا كصفائف (Matrix) من الخلايا التي تقوم بتخزين قيم رقمية، ونموذج بيانات TIN يمثل الجغرافيا كمجموعة من المثلثات المتجاورة. **http://www.di.unipi.it/~mogorov**
- موقع الموسوعة العربية. 2010/09/22 . هيئة عامة ذات طابع علمي ثقافي، ترتبط برئاسة الجمهورية العربية السورية، مركزها مدينة دمشق. تتولى الهيئة إصدار موسوعة عربية شاملة وموسوعات متخصصة وملاحقتها ومتابعة تطورها-**http://www.arab-ency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=12168**
- الخطة الدراسية لقسم العمارة الإسلامية في جامعة ام القرى. توصيف المقررات:

**http://uqu.edu.sa/page/ar/34713**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في الجامعة الأميركية – دبي.

**http://www.aud.edu/files/catalogUG.pdf**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في الجامعة التكنولوجية / العراق.

**http://www.uotechnology.edu.iq/dep-architecture/index.htm**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة آل البيت

**http://www.aabu.edu.jo/findex.jsp?id=7&sm=21&dept=703**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة الإسراء،

**http://80.90.162.220/eng/index.php?c=amara_PlanClearfication.htm**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة البتراء

**http://www.uop.edu.jo/faculties/Faculty.aspx?lang=ar&f=4&location=facultiespage**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة البحرين **http://www.uob.edu.bh/pages.aspx**
- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة البلقاء التطبيقية،

**http://www.asu.edu.jo/asu/Faculties/DeptCoursesLast.aspx?FacultyId**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة العلوم والتكنولوجيا

**http://www.just.edu.jo/FacultiesandDepartments/FacultyofArchitectureandDesign/**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة الملك سعود، كلية العمارة والتخطيط، قسم اللعمارة وعلوم البناء.

**http://colleges.ksu.edu.sa/Arabic%20Colleges/CollegeOfBuilding/BulidingScience/Pages/CourseDiscription.aspx**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة النجاح (فلسطين) http://eng.najah.edu/ar/node/45

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة تَسمانيا UTAS.

**http://sydney.edu.au/architecture/programs_of_study/undergraduate/Design_in_Arch/course_structure.shtml**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة دمشق.

**http://www.damascusuniversity.edu.sy/faculties/arch/student-services/2009**

- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة فيلادلفيا. **http://www.philadelphia.edu.jo**
- الخطة الدراسية لقسم العمارة في جامعة معهد ملبورن الملكي للتكنولوجيا (RMIT). كلية الهندسة المعمارية. **http://www.rmit.edu.au/browse/;CURPOS=1**


### *مراجع انجليزية وايطالية*


- Abe، H. Yoshida، K. 1999. **Measurement of Visualization Ability of Architectural Space**. J.Geometry Graphics 3/2، 193{200 (1999).
- Agogino، AM & Hsi، Sherry. 1994. "**The Impact and Instructional Benefit of Using Multimedia Case Studies to Teach Engineering Design**،" Journal of Educational Multimedia and Hypermedia، 3 (3/4)، 351-376
- Argan، C.Giulio & Contard،Bruno.1981. **Da Giotto a Leonardo**. Sansoni
- Autodesk 2010، 3D Max، surface modeling. http://docs.autodesk.com/3DSMAX/13/ENU/Autodesk%203ds%20Max%202011%20Help/index.html
- Bonci، Elia (1937). **Teoria delle ombre e del chiaroscuro**. Hoepli 1937.
- Braconnier ،Odoardo.1851. **La geografia applicata alla storia ovvero elementi comparati delle scienze geografica e storica**. Santini. La geografia applicata alla storia ovvero elementi comparati delle ...
- Brakhage، K (1990). Ein menugesteuertes، intelligentes System zur zwei- und dreidimensionalen، Computer geometrie. VDI Reihe 20 CAD/CAM، Nr. 26 Edition. VDI Verlag .
- Brevi، Fausto (2006) **Tecniche di Rappresentazione per il Disegno Industriale: il tradizionale e il virtuale**. Assistant Professor- Politecnico di Milano.Educational Institution. http://www.criticart.it/wp-content/uploads/2006/04/Tecniche%20di%20Rappresentazione%20per%20il%20Disegno%20Industriale.pdf
- Brisson، Barnabé. Monge G. (1820). **Geometrie descriptive**". argomentee d'una theorie des ombres et de la perspective. Gauthier villiars، (إعادة نشرة عام 1922)
- Camerota، Filippo. 2001. Nel segno di Masaccio. Giunti Editore.

- CÀNDITO، Cristina. BOFFITO، Maura (2010). **Il Disegno e L'Ombra**. Fondamenti، Metodi e Applicazioni Attuali della Teoria delle Ombre al Disegno. Editore: Alinea Editrice.
- Capon، Mara (2010). **Poliedri e superfici poliedriche** . Federica E_learning. Universita Federico II di Napoli.
- Catastini، Laura. Ghione، Franco. (2003). **Le geometrie della visione**: scienza، arte، didatica. Springer. page 101.
- Chirone، Emilio & Tornincasa،Stefano.2004. **Disegno tecnico industriale**. Università degli Studi di Trento.
- Comi، Claudio Umberto 2009. **Computer nella didattica dell'architettura**. Dipartemento di architettura e pianificazione. Politecnico di Milano http://www.netdiap.polimi.it/Didattica/ccomi/03 disegno e computer_ A5 a posto.pdf
- Corazzi. Roberto (2008). **manifesto per il rinnovamento della geometria descrittiva**. http://www.migliari.it/DGLab/Discussioni_it/Corazzi_sul_Manifesto.pdf
- Croft، Jr. (1998) **The Need (?) for Descriptive Geometryin a World of 3D Modeling**. جامعة_ولاية أوهايو (Volume 62. Number 3). http://www.edgj.org/index.php/EDGJ/article/viewFile/114/110
- Damisch،Hubert .1992. **L'origine della prospettiva**. Guida Editor. L'origine della prospettiva.
- Dankwort، W.، ET AL. 2004. **Engineers' CAx education** - It's not only CAD (2004) CAD Computer Aided Design، 36 (14)، pp. 1439-1450. **http://www.mapeng.net/Files/paper/%E5%B7%A5%E7%A8%8B%E5%B8.pdf**
- D'Agnano، Fabio (2008). 3ds Max per l'architettura. Apogeo Editore، 2008. **http://books.google.jo/books?id=EXBzNxLrlk0C&source=gbs_navlinks_s**
- D'Auria ،Antonio & De Fusco ،Renato.1992. Il progetto del design. Per una didattica del disegno industriale، Etas.pp 41.
- De domenico، Manilo (2003). **Studio generale di una conica**. Dipartimento di Fisica e Astronomia، Universita' di Catania **http://oldweb.ct.infn.it/auger/Members/dedomenico/res/coniche.pdf**
- De Fiore،Gaspare. 1967. **Dizionario del disegno**.La Scuola
- De Rosa، Agostino ، Sgrosso،Anna & Giordano ،Andrea .2002. **La geometria nell'immagine**: Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale. UTET، 2002.
- Del Monte ،Guidobaldo . 1600. **Perspectivae Libri Sex** (Six Books on Perspective
- Devoto ،Giacomo. 1971. Dizionario della lingua italiana، Le Monnier، Firenze **http://www.giornalecritico.it/PDF/GCSI%20-%20Andrea%20Tagliapietra.pdf**

- Dezeen magazine’s Design (2010) King Abdullah II House of Culture & Art by Zaha Hadid Architects. February 23rd، 2010،
- Docci ،Mario (1993). **Storia del rilevamento architettonico e urbano**. Laterza Edizioni Scolastiche.
- Docci ،Mario.2005. **Manuale di disegno architettonico**.Laterza Edizioni Scolastiche.
- Ebbinghaus ،Hermann.1885. http://psychclassics.yorku.ca/Ebbinghaus/index.htm
- Emmer، Michele.2010. Matematica e cultura 2010. Springer.la spenziea .Roma
- Enriques ، Federigo .1898. **Lezioni diGeometria Proiettiva**. http://enriques.mat.uniroma2.it/italiano/vol3.html
- Fagnoni، Raffaella (2001). **Design e...: primo approccio al mondo degli oggetti**. Alinea Editrice.
- Fragassi، Elio (2009). **Geometria descrittiva dinamica: dal lapis al mouse**. Breve storia di una ricerca didattica. Articoli e contributi sul web. http://www.webalice.it/eliofragassi/private/articoli/GDD_dal_lapis_al_mouse.htm
- Fusco، Vincenzo. 1999 . **la Genesi Della dimora umana**. Val Camonica . http://erewhon.ticonuno.it/arch/1999/campus/abitare/abitare.htm
- Garcia R.R.، Quiros J.S.، Santos R.G.، Gonzalez S.M.، Fernanz S.M. (2007) **Interactive multimedia animation with Macromedia Flash in Descriptive Geometry teaching** . Computers and Education، 49 (3)، pp. 615-639.
- Garagnani، Simone (2008). **Rappresentazione vs. modellazione:sintesi della percezione d’architettura nell’era digitale**. DISEGNARE CON. ISSN 1828-5961. http://disegnarecon.cib.unibo.it/article/viewFile/621/594
- Gardner ،Howard (1999). **Intelligence reframed: multiple intelligences for the 21st century**. New York: Basic Books.
- Garito، A. Maria.2008. **le Nuove Opportunita’ di Istruzione e Formazione**. Giuffré Editore.
- Gay، Fabrizio. 2010. **Saperi necessari: Breve deontologia del Disegno**. Giornale edito per il Cdf del 7 luglio 2010. Facoltà di Architettura Universita Iuav di venezia. http://www.iuav.it/Ateneo1/chi-siamo/pubblicazi1/Catalogo-G/pdf-giorna/Giornale-Iuav-78.pdf
- Giedion، Siegfried .1861. Breviario di architettura
- Gittler، Georg. Glauck، Judith. 1998. **Effects of Instruction in Descriptive Geometry on Spatial Test Performance. Journal for Geometry and Graphics** Volume 2 (1998) No. 1، 71{84
- Giuliano، Antonio. Bertelli، Carlo. Briganti، Giuliano (1986). **Storia dell'arte italiana**. Electa. pag. 176.

- Glison،Braviano.1998**. Uso di Cabri per insegnare il disegno geometrico**. Rrisultati di una Analisi Statistiche. annali di Grafica، 98، 359–366.
- Gomringer،Eugen 2006. Bann، Stephen . Vera Röhm. Reaktion Books، 2006. ISBN. Page. 29. http://books.google.it/books?id=9ne0jhihNxgC&source=gbs_navlinks_s
- GLUCK، J.، ET AL (2005). Geometrie und Raumvorstellung. Psychologische Perspektiven - Studie: F ¨orderung. der Raumvorstellung mit Augmented Reality، IBDG. 24(1)، 4-11، 2005.
- Gorska،R. Leopold، C. Sorby.S. 2001**. International Experiences in Developing the Spatial Visualisation Abilities of Engineering_Students**. Journal for Geometry and Graphics. Volume 5 (2001)، No. 1، 81{91.
  http://www.heldermann_verlag.de/jgg/jgg01_05/jgg0509.pdf
- Hachette،P.N. Jean 1828. **Traité de Géométrie Descriptive**: Comprenant les Applications de _ette Géométrie Aux Ombres، À la Perspective et À la Stéréotomie. Traité de géométrie descriptive.
- Heather، F. J .1851. **An elementary treatise on descriptive geometry، with a theory of shadows and of perspective**. Provenance of the original: Harvard University. Digitized:14 ago 2007 . http://books.google.it/books?id=7GYLAAAAYAAJ
- Hertzbreg ، Mark .2006. **Frank Lloyd Wright's Hardy House**. Published By:Pomegranate communicatios.
- Hirokazu، Abe. 1999. **Measurement of Visualization Ability on Architectural Space**. Journal for Geometry and Graphics （Academic Journal ،1999 ） Vol.3，No.2 pp193-200 /
- Hirsch، Anton. 2002. **Extension of the 'Villarceau-Section' to Surfaces of Revolution with a Generating Conic**. Journal for Geometry and Graphics Volume 6 (2002)، No. 2، 121{132.
- . Institut für Grundlagen der Bauingenieurwissenschaften Arbeitsbereich Geometrieund CAD. http://geometrie.uibk.ac.at/Lehre/TechnischeMathematik/DG-Techmath-SS2007.pdf
- Inzerillo، Michele (2004) . **Il Modello Geometrico e modello digitale**. Congresso Internazione. Tema: Progetto per il disegno. Dipartimento di scienze per l'architettura. Universita degli studi di Genova. Eventi e iniziative -convegni - aggiornato il 27 luglio 2004
  http://www.dsa.unige.it/eve/convegni/lerici/relazioneinzerillo04.html
- Isawi، H. Primavera، T. **Geometria descrittiva**. CittàStudi 2007
  http://www.unilibro.it/find_buy/Scheda/libreria/autore-hasan_primavera/sku-12414649/geometria_descrittiva_.htm

- James، H. Earle. Engineering design graphics. Published by: Addison Wesley Publishing Company.
- L. Gaultier (de Tours).1812. **Les contacts des cercles**. Journal de l'École Polytechnique Cahier 16 (1812) 124-214. http://jl.ayme.pagesperso-orange.fr/Docs/Le%20theoreme%20de%20Feuerbach.pdf
- Lee، A. Leslie & Reekie، F. Ronald .1949. **Descriptive geometry for architects and builders**. Published by: London، E. Arnold & Co.
- Lehmer، N. Derrick.2005. **An Elementary Course in Synthetic Projective Geometry**. http://www.gutenberg.org/files/17001/17001-h/17001-h.html.
- Lieu،K.Dinnis.1999. **Using Interactive Multimedia Computer Tutorials for Engineering Graphics Education**. Journal for Geometry and Graphics Volume 3 (1999)، No. 1، 85{91. Using Interactive Multimedia Computer Tutorials for Engineering
- Lipmann، A.، Lehmer، N. Derrick 1994: **A Multimedia Case Study of and Engineering Failure for New Engineering Students**. ASEE Annual Conference Proceedings، Edmonton، Alberta، 2173{2179 (1994).
- Kymmell، Willem (2007). **Building information modeling: planning and managing construction projects**. McGraw-Hill Professional، 2007.
- Knoblock، E.W. and Jensen. 1997. **Descriptive geometry using 3-D CADD**. Engineering design graphics journal، Volumi 60-63.
- Marco Bini 2005. l'occhio e la mano: **esperienze di lettura e interpretazione grafica dell'ambiente urbano**. Volume 14 di Materia e geometria. Università di Firenze. Dipartimento di progettazione dell'architettura. Alinea Editrice، ISBN 8881259583، 9788881259588. http://books.google.it/books?id=fevRiI9MXZ0C&source=gbs_navlinks_s
- Migliari، Riccardo 2000. **Un manifesto per il rinnovamento della Geometria descrittiva**. http://www.migliari.it/DGLab/Discussioni_it/Manifesto_testo_unificato.pdf
- Migliari، Riccardo A cura di Riccardo Migliari. De Carlo، L. Inserillo، M . Corazzi، R.. Cocchiarella L. 2008 Un manifesto per il rinnovamento della GD. Convegno internazionale “La Geometria tra didattica e ricerca”، Firenze 2008.
- Migliari، Riccardo. 2010. **I fondamenti geometrici della progettazione**. Istituto Giovanni Treccani-1929-1939. Enciclopedia italiana di scienze، lettere ed arti. Volume 12. Editore: Istituto Giovanni Treccani.
- Milano، Reccardo. **Sintesi critica del percorso formativo**. http://xoomer.virgilio.it/emmanulegianessi/approfondimenti/TESI.pdf ( رسالة ماجستير. البروفيسور إميليو فارولديز البوليتكنيك دي ميلانو . كلية الهندسة المعمارية. دورة دراسية في علوم

الهندسة المعمارية. الأداة الرقمية في عملية التصميم.علوم البيئة والتكنولوجيا. قسم علم تكنولوجيا المباني.). http://xoomer.virgilio.it/emmanulegianessi/approfondimenti/TESI.pdf

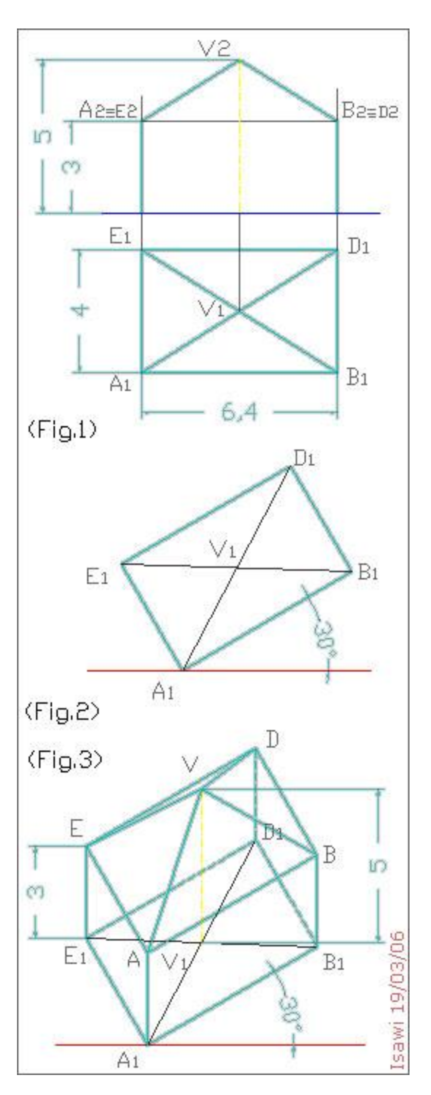
- Migliari، Riccardo.2008. **La costruzione geometrica come esercizio astratto di architettura**. Convegno Internazionale Genesi dell'Architettura – Strumenti per il progetto. Firenze، 10 –13 Settembre 2008. http://www.migliari.it/pdf_convegni/2008_Geometria_progetto_testo.pdf
- Migliari، Riccardo.2009. Sapienza Università di Roma/ Architettura Ludovico Quaroni. Rome 2009/2010. **Poliedri e strutture reticolari**. Dispense dei Corsi di Scienza della Rappresentazione I e II، tenuti da Riccardo Migliari nella Facoltà di Architettura dell' Università di Roma 'La Sapienza' nell'Anno Accademico 2005 –2006. http://riccardo.migliari.it/pdf_lezioni/02_retta_lr.pdf
- Mirri ، Franco.1992 . **La rappresentazione tecnica e progettuale: manuale di disegno per ingegneri e architetti**. La Nuova Italia Scientifica، pp17.
- Mohler،L. James.2001 . Using interactive multimedia technologies to improve student understanding of spatially-dependent engineering concepts.Garphicon' 2001. Using interactive multimedia technologies to improve student understanding of spatially-dependent engineering concepts
- Monge، Gaspar. 1798. **Descriptive geometry**. Lessons given in normal schools، Year 3 of the Republic. Paris: Baudouin، An VII (1798-1799).
- MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) is a free source e-learning software platform، also known as a Course Management System، Learning Management System، or Virtual Learning Environment (VLE).
- Nasini، Lamberto. (collaboratore Hasan isawi) 1996. **Lezioni ed esercizi di fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva** . edito da Kappa. Roma. 1996
- Neutra، Richard Joseph (1956). **Progettare per sopravvivere**. Community Editions، 1956 http://books.google.it/books?id=Fzs3HAAACAAJ&dq
- Nielsen، Jakob .2002. Making flash usable for users with disabilities. http://www.useit.com/
- Ostrogonac، R. 2001 **Visual Communicaton Curicula for the Global Engineers**. Professional paper. Hrcak:Portal of scientific journals of Croatia. http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=6707&lang=en
- Petri، Marta. Medola، Isa(2006). **Design a mano libera**. Editore: Alinea Editrice، 2006. http://books.google.it/books?id=09SKtDHhB4wC&dq
- Pillet ،Jules.1885-1921.**Traité de perspective linéaire: précédé du Tracé des ombres usuelle**s (rayon à 45 degrés) et suivi du Rendu dans le dessin d'architecture et dans le dessin de machines.

- Pinzi، Fabiola (2008). **La maestosa Roma**. لوحة قاعة الأقنعة. بيت أغسطس في روما نشرت في موقع Pluritematici: http://www.artearti.net/magazine/articolo/La_maestosa_Roma/
- Portoghesi، Paolo (1974). **Le inibizioni_dell’architettura_moderna**. La Terza. Bari 1974
- P UTZ، C.، SCHMITT F. (2003) **Introduction to Computer. Aided Design** - Concept of a Didactically Funded. Course، JGG 7(1)، 111-120، 2003.
- Putz، Claus. 2001.**Teaching descriptive geometry for architects**: didactic principles and effective methods demostrated by the example of Monge projection.15º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico IV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design São Paulo، Brasil œ 5-9 Novembro de 2001 .http://www.igpm.rwth-aachen.de/puetz/pub/269.pdf
- Quaroni،Ludovico.2003. **Progettare Un Edificio** . Published by: Kappa.
- Redtenbacher، J.Ferdinand.1809. **destinés a la construction des machines**. considered as the founder of science-based mechanical engineering.
- Rohani-Rais M.، and K.A،Young. 1996."Development of an Multimedia Structural Mechanics Teaching Tool on the World Wide Web،" American Society for Engineering Education Annual Conference Proceedings، Washington D.C.، June 23 – 26، 1996.
- Schumacher ، L. Thomas .1996. **Terragni's Danteum**. Published by: Princeton Architectural Pr.
- Scolari ،Massimo،.1984. Elementi per una storia del axonometria. in "Casabella" n"500،
- Sgrosso، Anna. (1986) . **Topologia e architettura**، le base scientifica della rappresentazione، i fatti della Conferenza delle Università di Roma "La Sapienza. 1986.
- Snezana، Lawrenc. 2003. **History of Descriptive Geometry in England**. Proceedings of the First International Congress on Construction History، Madrid، 20th-24th January 2003. ed. S. Huerta، Madrid: I. Juan de Herrera، SEdHC، ETSAM، A. E. Benvenuto، COAM، F. Dragados، 2003.
- STACHEL، H. (1994) **Descriptive Geometry، the Art of Grasping Spatial Relations**. Proceedings. 6th ICECGDG، Tokyo 1994: vol. 2، 533–535.
- Strollo، M. Rodolfo. 2008. **Collana di studi e ricerche sul disegno dell’architettura e dell’ambiente.** ARACNE editrice S.r.l.
- Syrjakow،Michael ، Berdux،Joerg & Szczerbicka،Helena.2000. **Interactive web-based animation for teaching and learning**. OrlandoFL.
- Tessari،Domenico (1880). **Applicazioni della geometria descrittiva**. [Vol. I.] La teoria delle ombre e del chiaro-scuro. Camilla e Bertolero.
- Tessari،Domenico (1921). **La Teoria delle ombre e del chiaro-scuro**، Ulrico Hoepli، Milano 1921.

- Treccani،Giovanni.1929. Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani.Rome
- Trevisan، Camillo (2000). **la storia della stereotomia**. Universita di Venezia. Site: www.camillotrevisan.it/stereo/stereo.htm (تاريخ علم قطع الحجارة. وأساليب البناء).
- UNESCO Publishing، 1998. Learning: The treasure within، Education for the twenty-first century: issues and prospects. Paris 1998. ISBN 92-3-103447-2. http://www.unesco.org/delors/issuesandprospects.htm Vallée، L.Louis .1838. Traité de la science du dessin: contenant la théorie générale des ombres ،la théorie générale des images d'optique ، et la perspective. Traité de la science du dessin: contenant la théorie générale des ...
- Webometrics: The "Webometrics Ranking of World Universities" is an initiative of the Cybermetrics Lab، a research group belonging to the Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)، the largest public research body in Spain. http://www.webometrics.info/about.html
- Wigley، Mark.2001. **The Activist Drawing**: Retracing Situationist Architectures from Constant's New Babylon to Beyond. London، MIT Press. pp.27-56
- Wikimedia Commons .A database of 10،349،480 freely usable media files to which anyone can contribute. http://commons.wikimedia.org.
- Wilson ، E. J. 2000. **3D Modeling in AutoCAD** . Published by : Focal Press.
- Wolfgram، E. Doug. 1994. Creating Multimedia Presentations. Que Corp. Indianapolis، IN، USA .
- YE، X.، ET AL 2004. Today‘s students، tomorrow’s engineers: an industrial perspektive on CAD education. CAD Computer Aided esign، 36 (14)، pp. 1451-1460.

**حواشي**

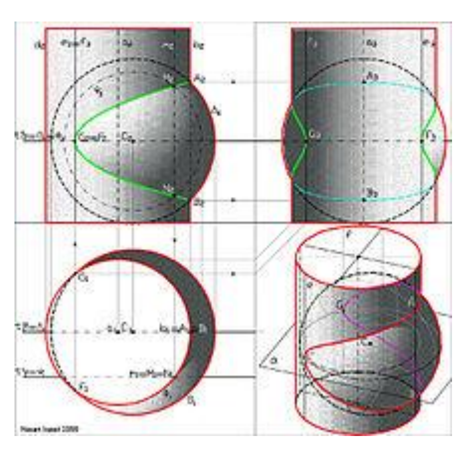
1. الاكسونمتري كافاليرا ( Cavaliera) هي نوع من الإسقاطات المائلة التي تعتمد على إسقاط نقاط جسم ما باتجاه منحرف بالنسبة إلى مستوى الإسقاط $\pi$ . ميزة الاكسونمتري الكافاليرا هي أن الأشكال المستوية الموازية لمستوى الإسقاط $\pi$ تبقى بشكلها ومقاسها الحقيقي بعد عملية الإسقاط، مثلاً الإسقاط الكافاليري $\Delta'$ لدائرة $\Delta$ تنتمي إلى مستوى موازي $\pi$ ، هو دائرة لها نفس قطر الدائرة$\Delta$ . هناك نوعان من الاكسونمتري الكافاليرا التي تصنف وفقا لموازية، أو تطابق أحد المستويات الإحداثية مع $\pi$ وهما - الكافاليرا الأفقية (military)، عندما المستوى xy يوازي أو يتطابق مع $\pi$ ؛- الكافاليرا الرأسية (Cabinet)، عندما تكون yz أو xz يوازي أو يتطابق مع $\pi$ . ميزة الكافاليرا الأفقية هي أن الأشكال المستوية الأفقية تبقى بشكلها ومقاسها الحقيقي بعد عملية الإسقاط. الاكسونمتري الكافاليرا الأفقية غالبا ما تستخدم لتسهيل عمليات تنفيذ الرسم التقليدي، الإجراء يكمن في دوران خطة مبنى ما بحيث تكون مثلاً 30 درجة بالنسبة لخط أفقي الذي يمكن أن يكون حافة ورقة الرسم. ثم تُرسم الخطوط الرأسية التي تمثل ارتفاع المبنى. على سبيل المثال، عندما يكون مقياس الرسم 1:100 طول تلك الخطوط الرأسية ستكون 10 سم إذا كان ارتفاع المبنى يساوي 10 متر . وعادة يُقلل مقاس الخطوط الرأسية (z//) ، للحصول على رؤية قريبة من تلك الإسقاط ألمنظوري .على سبيل المثال، إذا نظرنا إلى مبنى من الأعلى نلاحظ ان ارتفاعه أقل من مقاس ارتفاعه الحقيقي.




الاكسونمتري الكافاليرا الافقية (Military) هي نوع من الإسقاطات المائلة. (العيسوي)

وبالمناسبة، عندما الصورة الكافيرا الأفقية للارتفاع تساوي (بالتناسب) الارتفاع الحقيقي، وهذا يعني أن الزاوية بين اتجاه ومستوى الإسقاط تساوي 45 درجة؛ وهذه هي القيمة الأدنى التي يمكنك استخدامها. أي أن مقاسات الارتفاعات يمكن أن تساوي تلك الحقيقية أو ان تقلل حسب الاختيار. للتبسيط عادة ما يختار النصف كعامل تقليل للارتفاعات. أما ميزة هذا الاكسونمتري الكافاليرا الرأسية فهي أن الأشكال المستوية الأمامية (عندما يكون $\pi$ // yz )، أو الجانبية (عندما يكون ($\pi$ // xz) تبقى بشكلها ومقاسها الحقيقي بعد عملية الإسقاط. البعد الثالث الذي يمكن ان يكون y أو x يمكن ان يبقى بمقاسه الحقيقي. في هذا الصدد من الأفضل تقليل، ذلك المقاس، بأي نسبة مختارة، مثلاً النصف. سبب هذا التقليل هو أن مركز الإسقاط ،في الإسقاط الاكسونمتري بشكل عام، يوجد في نقطة لانهائية ولهذا فهو يمثل وضع غير طبيعي بالنسبة للتصور الإنساني. ولذلك، تقليل البعد الثالث الذي يمثل الارتفاع في الكافاليرا الأفقية والعمق في الكافاليرا الرأسية، هي محاولة تهدف إلى تقريب التصور الاكسونمتري إلى المنظوري.

2. التربيعي (Quartic) في الهندسة الوصفية كمنحنى فراغي يتم الحصول علية، في معظم الحالات، كتقاطع بين أسطح دورانية (مخروط، كرة، أسطوانة). يمكن تحديد ألتربيعي عن طريق إيجاد نقاط مشتركة لعدة مقاطع عادة ما تجرى بمستويات متوازية بينها. وفقاً للمواضع المتبادلة للسطحين المتقاطعين، يمكن تصنيف المنحنى ألتربيعي كما يلي: 1_تربيعي بطيه واحدة (Monogrammica) ، عندما تتقاطع فقط جزء من رواسم واحد من السطحين مع الأخر. 2_تربيعي بطيتين (Digrammica) عندما تتقاطع جميع رواسم واحد من السطحين مع الأخر. 3- نافذة فيفياني(Viviani's window) ، وهو حالة خاصة من التربيعي بطيتين، حيث واحد من الرواسم المتقاطعة تكون متماسة للسطح الأخر . تربيعي التقاطع بين مستويين يمكن أن يكون متماثل بالنسبة لمستوى واحد أو أكثر. وهذا يعتمد على المواضع المتبادلة لمحوري السطحين. مثلاً، يكون هناك مستوى تماثل واحد في حالة تقاطع بين محاور السطحين ويكون هناك ثلاثة مستويات تماثل إذا كانا المحورين متقطعان بزاوية قائمة. تحديد نقاط التربيعي يتم باستخدام عدة مستويات مساعدة قاطعة السطحيين المعنيين. اختيار مواضع هذه المستويات عادة ما يتم بهدف تبسيط الإنشاءات الهندسية لتحديد نقاط التربيعي الهامة. مواضع المستويات المساعدة عادة ما تكون موازية لمحاور السطحين.



منحنى تربيعي بطيه واحدة ناتج من تقاطع كرة وأسطوانة. (العيسوي)

3. الطابعة ثلاثية الأبعاد هو شكل من أشكال الانتاج الصناعي من أجل انشاء حجوم ثلاثية الأبعاد بواسطة طبقات متعاقبة من المواد. الطابعات ثلاثية الأبعاد ( Printer 3D) هي عموما أسرع وأكثر موثوقية وأسهل استخداما من غيرها من التكنولوجيات إنتاج النماذج الاولية ( Prototyping). الطابعات ثلاثية الأبعاد توفر القدرة على طباعة وتجميع أجزاء مكونة من مواد مختلفة مع خصائص فيزيائية وميكانيكية في عملية بناء واحدة. تكنولوجيات الطابعات ثلاثية الأبعاد المتقدمة تنتج نماذج تحاكي بشكل وثيق الشكل ووظيفة النماذج الأولية ( Prototyping). الطابعة ثلاثية الأبعاد تستخدم البيانات الرقمية لنموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد لعمل العديد من المقاطع العرضية، ومن ثم تطبعها الطبقة فوق الأخرى لإنشاء كيان ثلاثي الأبعاد.
4. دائرتي فيلارسيو (بالإنجليزية (Villarceau circles) الاسم يعود الى مكتشفها فيلارسيو ( Yvon Villarceau-1883-1813) كان عالم فلك فرنسي ورياضيات. هذه الدوائر تنتج عن قطع سطح حلقي (Torus) بمستوي مائل بزاوية معينة بالنسبة لمحور الدوران . هناك أربع دوائر يحصل عليها كمقاطع لذلك السطح: الأول بمستوى عمودي على محور الدوران a والثانية بمستوى مار بالمحور a والدائرتين الباقيتين هما دائرتي فيلارسيو ( Hirsch، Anton). في هذا الصدد يمكن الاطلاع على كتاب لوريا (1921)، "History_of Descriptive Geometry from Origins up to our Times"، دار النشر (hoelpi)، ميلانو، 1921، ص. 251 .
5. نظم المعلومات الجغرافية ( GIS)، يعرف كنموذج بيانات نظم المعلومات الجغرافية، بمجموعة من البيانات الرياضياتية لتمثيل الكائنات الجغرافية أو الأسطح. على سبيل المثال ، نموذج البيانات المتجه (Vector) يمثل الجغرافيا كمجموعات من الخطوط والنقاط والمضلعات، نموذج البيانات النقطية

(Raster) يمثل الجغرافيا كصفائف ( Matrix) من الخلايا التي تقوم بتخزين قيم رقمية، ونموذج بيانات TIN يمثل الجغرافيا كمجموعة من المثلثات المتجاورة. ( Mogorovich_2010).
http://www.di.unipi.it/~mogorov

6. الهوموثيتي (homothety) يشير الى ذلك النوع من العلاقات التقابلية بين أشكال مستوية أو فراغية. حيث النقط المتقابلة تصطف على نفس الخط المار بمركز التقابل، والخطوط المتقابلة تلتقي في نقط لانهائية ( أي متوازية لبعضها البعض) . باختصار الأشكال المتقابلة تحافظ على نفس الشكل بعد عمليات التحول مثل الدوران، الانزلاق، التطبيق، التكبير التصغير.
7. مصطلح النسبة يأتي من مفهوم التمكن من العثور على مجموعة من العلاقات المعيارية بين مجموعة واحدة وأجزائها. تفاصيل واسعة وشاملة حول هذا الموضوع ، يوجد في نفس كتاب كواروني (Quaroni_2003) . بشأن مصطلح النسبة هناك معنى واسع وشامل من التفاصيل في النص الذي حرره أتيليو بيتروتشولي (Petrucciol) ، في كتاب كاتاستيني 2003 (Franco Ghione،Laura Catastini ). عنوان الكتاب: هندسة الرؤية: في علم والفن، والتعليم ( Le geometrie della visione: scienza، didatica،arte ). الناشر: (Springer). صفحة 101.
8. متعدد السطوح يعرف كالسطح المكون من مضلعات مستوية ، والتي غالبا ما تستخدم لتمثيل الأشكال ذات الأسطح المستمرة. في الواقع كل شكل يمكن تمثيله بواسطة عملية تقريب لمتعدد السطوح. النماذج الرقمية غالبا ما تكون مبنية باستخدام الإظهار العددي آو متعدد الأضلاع الذي يمثل الاستمرارية الهندسية بواسطة أسطح متعددة الأضلاع، والتي عادة ما تكون مكونة من شبكة من المثلثات وتدعى ميش (Mesh) . عندما يتم تصيير (Rendering) هذه الأسطح تبدو وكان لها خاصية الاستمرارية وبذلك تسمح فقط برقابة شكلية وليس قياسية (أو مترية) بسبب عملية التقريب المستخدمة في التصيير. (Capon_2010)
9. غوتييه 1812 (Louis Gaultier de Tours)، في مذكراته بعنوان"The contacts des cercles". كتب أثناء دراسته في مدرسة Ecole Polytechnique ، أساليب الإنشاء الرسومية لتحديد دائرة أعطيت 3 كيانات ، وتحديد كرة أعطيت 4 كيانات. 15 يونيو 1812 ، مجلة كلية بوليتكنيك (Journal_de_l'École_Polytechnique)
http://jl.ayme.pagesperso_orange.fr/Docs/Le%20theoreme%20de%20Feuerbach.pdf
10. قطرين متزاوجان (Conjugate_Diameters) لمقطع مخروطي، إذا كل منهما منصف للأخر. على سبيل المثال ، في حالة الدائرة قطرين يكونا متزاوجان إذا كانا عموديين على بعضهما. ويقال وترين متزاوجان إذا كل وتر يحتوي قطب القطر الآخر، الخط القطبي للنقطة المشتركة للوترين، هو الخط الموصل القطبين. في حالة الأقطار المتزاوجة، النقطة المشتركة هي المركز الهندسي للقطع المخروطي. وإذا كانت هذه الأقطار تشكل بينهما 90 درجة، فهما بالتوالي المحور الأكبر والمحور الأصغر. كل قطرين متزاوجان لإهليج، يكونان متوازيان لمتوازي أضلاع محيط (envelope) الإهليج. وجميع متوازيات الأضلاع ) المحيطة بإهليج لها نفس المساحة. من الممكن إنشاء الإهليج من أي زوج من الأقطار المتزاوجة، أو من أي متوازي أضلاع محيط. على سبيل المثال ، Pappus Alexandria في كتابة الثامن يبين طريقة إنشاء الأقطار الرئيسية للقطع الناقص بمجرد وجود زوج من الأقطار المتزاوجة. (De domenico_2003)

11.علم قطع الحجارة (Stereotomy، من اليونانية : ستيريو صلب و تومي قطع) يشير إلى مجموعة من المعارف والتقنيات الهندسية التقليدية المتعلقة برسم وقطع كتل الحجارة وتجميعها لإنشاء هياكل معمارية معقدة مثل (الجدار، القبو، القوس، الخ.). هذا العلم يمثل بديلا لتقنيات بناء أخرى تعتمد على استخدام قطع صغيرة من الحجارة (و/أو الطوب) لإنشاء هياكل هندسية معقدة. في هذه الحالة يمكن الحصول على استمرارية السطوح بفضل صغر حجم الحجارة وكثرة المفاصل بينها. (Trevisan_2000)
http://www.camillotrevisan.it/stereo/stereo.htm

12.الدراسات البصرية التي أجريت من قبل أقليدس وجدت في النص اوبتيكي (Optikè) في 300 قبل الميلاد وعلى وجه الخصوص، المسلمة رقم 2 تؤكد أن " الشكل المتكون من إشعاعات الرؤية هو مخروط رأسه يتطابق مع العين ، وقاعدته تقع في أقصى الشيء المرئي ". أرنولد جيهلين .لوحات الماضي .الناشر (Guida Editori) صفحة 57.

13.تصيير (Rendering) : مصطلح يشير بشكل عام إلى نوعية أداء في الرسم، أو عملية انتاج اظهار ذات جودة لكيان هندسي (في التصميم أو المسح). في الآونة الأخيرة نسبيا أصبحت كلمة أساسية في نطاق رسومات الحاسوب ، والتي تحدد عملية توليد صورة لمشهد ثلاثي الأبعاد ، بالاعتماد على خوارزميات تحدد لون كل بيكسل (Pixel) في الصورة، وعلى معلومات رياضية عن هندسة الشكل ، مركز النظر ، والخصائص الضوئية للأسطح المرئية وعن مصدر الضوء. (D'Agnano_2008)

14.مسألة أبولونيوس، هي مسألة إنشاء دوائر مماسة لثلاث دوائر معلومة في المستوي .صاغ أبولونيوس بيرغا هذه المسألة وحلها في أحد أعماله التي ضاعت . بشكل عام أعطيت ثلاث دوائر على نفس السطح، هناك ثمانية دوائر مختلفة تمسها. وهذه الدوائر الثمانية هي حل مسألة أبولونيوس . اختيار مسألة أبولونيوس ، يعود لسببين الأساسية:- الأول يتعلق بالاهتمام الذي اثارتة هذه المشكلة على مدى قرون بالنسب لمحدودية الرسم .والثاني هو نسبة لهذه القيود ، والتي يتم التغلب عليها نتيجة المزايا خاصة التي يتمتع فيها التمثيل الافتراضي ( الفراغية ، العمومية ،والدقة) . مسألة أبولونيوس يمكن ان تكون مضروحة على المستوى او في الفراغ. في المستوى ، اعطيت ثلاثة دوائر، بما في ذلك الحالات الخاصة، أي يمكن ان تكون مختارة من بين النقاط والخطوط والدوائر ، ومطلوب انشاء دائرة تمس الكيانات الثلاة المعطية . في الفراغ اعطيت أربعة كرات ، في ذلك الحالات الخاصة، أي يمكن ان تكون مختارة من بين ، النقاط والمستويات والكرات ونريد انشاء الكرة المتماسة الأربعة كيانات المعطية .

- **تاريخ:** مشكلة أبولونيوس الشهيرة ": اعطيت ثلاث دوائر ، وربما متدهورة ، ايجاد جميع الدوائر المتماسة الدوائر المعطية. الدوائر المتدهورة تعني تلك التي نصف قطرها صفر (نقطة) او لانهائي (الخط المستقيم). في حالة الثلاث نقاط أو الثلاثة خطوط ، المشكلة اقترحت وحلت من قبل اقليدس (الكتاب الثالث من العناصر 1570). أبولونيوس اقترح المشكلة بشكل عام لتشمل ايضاً الدوائر. أبولونيوس ، بالاضافة الى كتابة عن القطع المخروطية (conics) هناك العديد من الكتب الأخرى ، من بينها كتاب عن المماس (tangent)، ولكنة للأسف فقد، ويمكننا جزئيا إعادة محتوياتة من خلال كتب بابو (Pappus). صعوبة المشكلة جعلت الكثير من المحاولات تلوذ بالفشل، حتى القرن السادس عشر ، وعتقد الرياضيين ان أبولونيوس لم يحل المشكلة التي اعتبرها الكثيرون تحديا حقيقيا لقدراتهم .

الرياضيون العرب ، وخصوصا إبراهيم بن سنان (946-909) وابن الهيثم (1041-965) وجدوا حلا جبريا لهذة المسالة .في القرن السادس عشر. جيركونة (Johannes Müller von Königsberg)حاول إيجاد حل لها عن طريق المقاطع المخروطية. في وقت لاحق بحوث هامة ، شملت انشاءات بالمسطرة والفرجار، مثل عمل فييت (أبولونيوس جالوس ، باريس 1600) وعمل فيرمات ( De contactibus sphaericis1679) ، ونيوتن (Philosophiae naturalis principia mathematica، London ، 1687) والكثير غيرهم من الرياضيين : ليونهارد أويلر ، سيميون دينيس بويسون ، فوس (N.Fuss) ، غاسبر مونج ، .جاك فيليب ماري بينيه (J.Binet) ، هاشيت (P.Hachette) ، غوتييه، (L.Gaultier) ، بونسيليه (J.V.Poncelet)، جوزيف دياز گرگون (Gergonne)، شتاينر .(J.Steiner) . دراسات بشأن هذه القضية أثارت الكثير من الأبحاث والاكتشافات في علم الهندسة ، سواء الوصفية او الرياضية .

15.نيربس ( NURBS:Non-uniform rational basis spline) هو نموذج رياضي شاع استخدامة في رسومات الكمبيوتر لتوليد وتمثيل منحنيات وسطوح والذي يقدم قدر كبير من الدقة والمرونة في التعامل معه سواء بالطريقة التحليلية او بانشاء أشكال حرة (free form).

16.الاسترداد المنظوري (او التقويم الفوتوغرافي) ( geometric_restitution_of_perspective )، هو أسلوب يسمح بتعديل الصور الفوتوغرافية بحيث يحول المنظور العام ( بنقطتين او بثلاثة نقاط تلاشي) إلى منظور مركزي (نقطة تلاشي واحدة). هناك العديد من التقنيات للتقويم الفوتوغرافي :- انشاءات هندسية: تعتمد على مفاهيم الاظهار المنظوري (شكل99/6)؛ – تقنيات رياضيتيه: باستخدام إحداثيات نقاط معروفة مسبقا. تحجيم التقويم الفوتوغرافي بشكل مناسب يمكن أن تصبح إظهار متري يستخدم لاستخراج القياسات.

# الملاحق

## *ملحق 1 وصف مقررات الرسم في الجامعات قيد الدراسة*

## *ملحق 1-1 وصف مقررات الرسم في الجامعات المحلية*

### 1-1-1 الجامعة الأردنية

### 1-1-1-1 البرنامج الدراسي المعتمد من المهندس محمد رياض لتدريس مقرر الرسم الهندسي والهندسة الوصفية في كلية الهندسة والتكنولوجيا في الجامعة الأردنية

1-1-1-1-1 وصف المقرر

المقرر عملي يعلم الطالب المبتدئ كيفية تنفيذ وفهم الرسومات والتقنيات المستخدمة في الهندسة يدويا (مسطرة وفرجار) وبواسطة الكمبيوتر على حد سواء. كما يسعى هذا المقرر لإعطاء الطالب مبادئ وأساليب الإنشاء للتصميم الهندسي. ويشمل أيضا حل وتحليل المسائل ثلاثية الأبعاد ، والتي تنمي قدرات الطالب على تخيل الأشكال في الفضاء ، وقدرته على التفكير المنهجي.

2-1-1-1-1 الإجراءات التعليمية

تعليمات الموضوعات الرئيسية، الواجبات أو التمارين ، والاختبارات المقررة ، سوف تعطى خلال فترات المختبر. هناك تمارين مشتركة بين الطلاب في المختبر بالتنسيق مع المشرف ، وتمارين فردية كواجبات منزلية. الدروس الأسبوعية مقسمة كالتالي: ساعتين محاضرة وساعتين للرسم اليدوي في المختبر وساعتين للرسم بالكمبيوتر. الامتحانات تعطى وفقا لمخطط المقرر المعطى خلال الفصل (تقريباً ستة أسابيع). علامات الامتحانات الموجزة ( Quiz) تحسب مضاعفة بالنسبة للتمارين الصفية. تحسب العلامات وفقا للمعادلة التالية 10% للتمارين العملية ، 30% للامتحانات العملية و 10% للتمارين الحاسوبية.

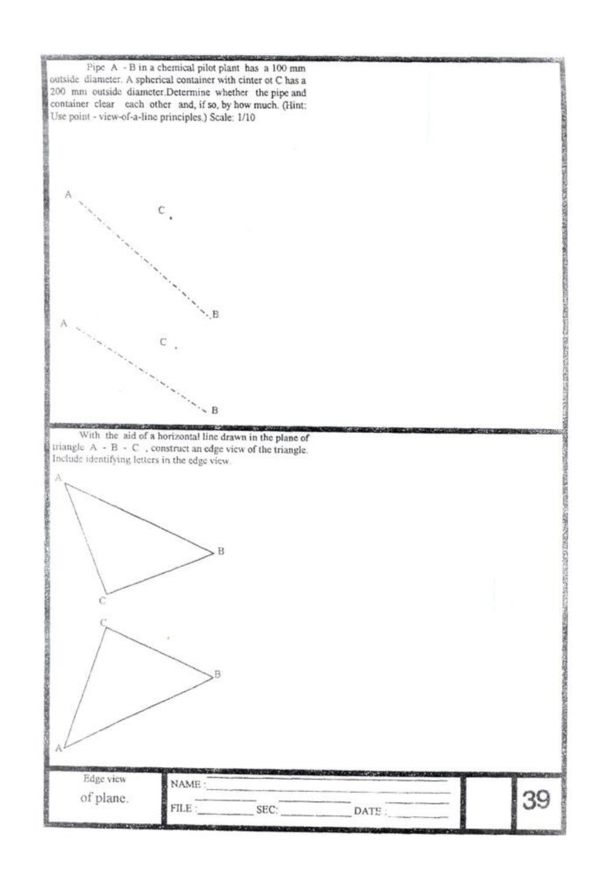
3-1-1-1-1 البرنامج الدراسي

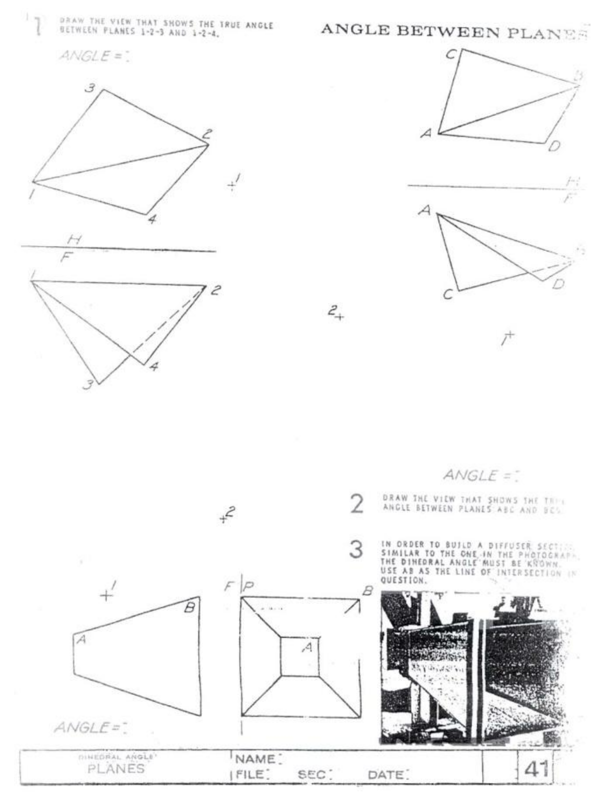
جدول 30: الرسم اليدوي والرقمي (Manual and computer drafting). المعتمد من المهندس محمد رياض لتدريس مقرر الرسم الهندسي والهندسة الوصفية في كلية الهندسة والتكنولوجيا في الجامعة الأردنية

| لأسبوع الأول | 1. مقدمة المقرر<br>2. الكتابة الهندسية (Lettering)، استخدام أدوات ومقياس الرسم (Scale ratio)<br>3. مقدمة أكاد (ACAD) |
|---|---|

| الأسبوع | المواضيع |
|---|---|
| الأسبوع الثاني | 1. أنواع الخطوط<br>2. الإنشاءات الهندسية الأساسية (Basic Geometric Constructions)<br>3. أكاد: إعداد معلمات الشاشة (Setting Screen Parameters)، حدود منطقة الرسم (Limits) ، نمط الشبكة ((Grid)، ونمط الوثب (Snap) ، وحدات الرسم ( Units). |
| الأسبوع الثالث | 4. حالات المماس (Tangent)<br>5. مقاطع مخروطية (Conical Sections)<br>6. أكاد (ACAD) : أوامر الرسم (Draw Commands) ، النقطة، الخط، الدائرة، القوس. |
| الأسبوع الرابع | 7. مقدمة عمليات الإسقاط<br>8. النقاط والخطوط والمستويات<br>9. أكاد (ACAD)، أوامر الرسم والتحرير، القطع الناقص، المضلع، الحلقة (Donut)، المحو (Erease)، الكسر (Break). |
| الأسبوع الخامس | 10. الإسقاطات المتعامد (ortographic projection)<br>11. النقطة والخط على المستوى، رؤية الخطوط (Visibility of lines)، القياس الحقيقي ( True length of line)، ميلان الخط.<br>12. أكاد (ACAD)، نمط الوثب (Osnap)، التحقق (Inquiry). |
| الأسبوع السادس | 13. النقطة كإسقاط للخط (Point view)، الخط كإسقاط للمستوى (Edge view)<br>14. الشكل الحقيقي (True size of plane)، الزاوية الزوجية (dihedral angle).<br>15. أكاد (ACAD)، أوامر التحرير (Edit) (Chamfers، change، array، ... ، Fillet). |
| الأسبوع السابع | 16. المقاطع (Full، half، offset ).<br>17. المقاطع (Remove، Revolve، broken out )<br>18. أكاد (ACAD)، الطبقات (Layers)، (Blocks) |
| الأسبوع الثامن | 19. التوازي والتعامد.<br>20. نقطة التقاطع (Piercing point).<br>21. أكاد (ACAD)، أوامر التهشير (hatch commands). |
| الأسبوع التاسع | 22. (Compass)، سمت (Azimuth)، (Bearing )، تقاطع بين مستويات،<br>23. مسافة بين نقطتين، وبين نقطة وخط ، زاوية ميلان مستوى، واتجاه خط الميلان<br>24. أكاد (ACAD)، مضلع غير منتظم (polyline) ، تعديل المضلع (Pedit) |
| الأسبوع العاشر | 25. وضع الأبعاد (Dimensioning)<br>26. أكاد (ACAD)، إنشاءات هندسية ثلاثية الأبعاد (3d Costruction)، السمك (elev)، الارتفاع (thikness)،<br>27. العرض (Display) مركز النظر (View point)، سطح ثلاثي الأبعاد (3d Face)، عرض ديناميكي (Dview). |
| الأسبوع الحادي عشر | 28. طريقة الإسقاط المائل<br>29. الرسم الايزومتري (isometric)<br>30. وضع الأبعاد (Dimensioning) |
| الأسبوع الثاني عشر | 31. قياس زاوية بين خطين، زاوية بين خط ومستوى<br>32. مستقيمان متخالفان (Skew lines) |

| | |
|---|---|
| | 33. أكاد (ACAD)، الإسقاط المتوازي المائل، الإسقاط الايزميتري، أوامر (UCS) |
| الأسبوع الثالث عشر | 34. أسطح دورانيه<br>35. أسطح<br>36. أكاد (ACAD)، عمليات النمذجة : البثق (Extrude)، الطرح (Subtract)، والجمع (Union) (شكل21/1) ، التدوير (Revolve) |
| الأسبوع الرابع عشر | 37. الإفراد (Development) والتقاطع (intersection)<br>38. الإفراد<br>39. أكاد (ACAD)، (Advanced Modeling Extension، A.M.E)، solcut، solsect، (chamfer (fillet ، تعديل البدائيات (change primitive). |
| الأسبوع الخامس عشر | 40. : الإفراد والتقاطع (Development، intersection ). |
| الأسبوع السادس عشر | 41. : الامتحان النهائي |




شكل 107: بعض التمارين والاختبارات المقررة في مساق الهندسة الوصفية للدكتور محمد رياض.

## 1-1-2- قائمة مواضيع الهندسة الوصفية في الجامعة الأردنية وإمكانية تطبيقها في الفراغ الافتراضي

في الجامعة الأردنية يتم تدريس موضوعات الهندسة الوصفية باستخدام أدوات الرسم التقليدية، وبما أن هناك فصل بين المفاهيم وتدريس تقنيات الرسم الرقمي، لذا سيكون من المهم إعطاء فيما أدناه لمحة عامة عن كيفية دمج تدريس المواضيع المذكورة في برنامج المقرر أعلاه باستخدام الفراغ الافتراضي. أي طريقة تطبيق مفاهيم الهندسة الوصفية من خلال استخدام البرمجية المعتمدة أوتوكاد.

قائمة المواضيع المذكورة في مقرر الهندسة الوصفية في الجامعة الاردنية وامكانية تطبيقاتها الحاسوبية:

1-1-2-1- القطع المخروطية

القطع المخروطية (قطع ناقص، قطع مكافئ، قطع زائد) يمكن تحديدها كمقاطع مستوية لمخروط ثنائي (Quadric cone)، اي المخروط الذي يقطعه مستوى ما في قطع مخروطي. عمليات تحديد القطع المخروطي الناتج من تقاطع مخروط K بمستوى $\alpha$ يتم باستخدام مستويات مساعدة بحيث تقطع المستوى $\alpha$ وتمر بقمة K . نتيجة التقاطع بين المستويات المساعدة مع $\alpha$ و K ، نحصل بالتوالي على خطوط ورواسم. تقاطع الخطوط والرواسم لكل مستوى مساعد تشكل نقاط القطع المخروطي المطلوب. ويمكن تحديد نقاط القطع المخروطي باستخدام التآلف ( Omology) بين قاعدة المخروط وإسقاط القطع المخروطي على نفس مستوى القاعدة. لتطبيق التآلف هناك الحاجة لتحديد المركز ومحور التآلف ونقطتين او خطين متآلفين. في الفراغ الافتراضي، بمجرد توليد نموذج المخروط بواسطة تحديد الراسم ومحور الدوران (في حالة المخروط الدوراني) ، يمكن الحصول على أي قطع مخروطي بتعيين ثلاثة نقاط من المستوى القاطع $\alpha$. للاطلاع على الإجراءات التفصيلية لكيفية تحديد الأنواع المختلفة من القطع المخروطية ، يمكن مراجعة مسألة ظل خط مستقيم على مخروط في الفصل الخامس.

1-1-2-2- الكيانات الهندسية الأساسية

لتعريف الكيانات الهندسية الأساسية (نقطة، خط، مستوى) ، يجب أن يكون في أي حال ما لا يقل عن اثنين من الإسقاطات لكل كيان. في الفراغ من الضروري أن يكون هناك الإسقاط الأول P1 لنقطة P وارتفاع نفس النقطة؛ في حالة الخط هناك الحاجة إلى الإسقاط الأفقي للخط وقيم ارتفاع نقطتين من نفس الخط. في حالة المستوى هناك الحاجة إلى الإسقاطات الأفقية لثلاثة نقاط وقيم ارتفاع نفس النقاط.

1-1-2-3- حالات التماس في المستوى

للتحقق من حالات التماس بين اثنتين من القطع المخروطية متحدة المستوى ( Coplanar) ينبغي ان يكون هنا نقطة واحدة مشتركة بينهما -- حالات التماس بين اثنتين من القطع المخروطية المتشابهة (Homothety، وهذا يعني أن هناك اثنين من الخطوط المتطابقة والمتعامدة على القطع المخروطية والمارة بنفس النقطة. في الفراغ الافتراضي يمكن مواجهة حالات تماس ليس فقط بين بين قطع مخروطية بل أيضاً بين أسطح ثنائية دورانية (Quadrics) متشابهة (مخاريط، أسطوانات، كرات، ... الخ) . في هذا الصدد ولمزيد من التفاصيل طالع حالات التماس بين خمسة كرات في الفصل السادس.

1-1-1-2-4- الإسقاطات المتعامدة

الإسقاطات المتعامدة ، باعتبارها حالة خاصة من الإسقاطات الموازية حيث مراكز الإسقاط متعامدة على مستويات الإسقاط. في الفراغ ، بمجرد توليد النموذج ثلاثي الأبعاد لمجسم ما، يمكن عرض إسقاطاته المتعامدة بتغير، اتجاه مركز الإسقاط بحيث يكون متعامد على مستوى الإسقاط المتطابق أو الموازي شاشة الحاسوب. مثلا عندما يكون اتجاه مركز الإسقاط عمودي على مستوى الإحداثيات xy المطلق نحصل على الإسقاط الأفقي للمجسم، وعلى الإسقاط الرأسي الأمامي او الجانبي عندما يكون اتجاه الإسقاط عمودي بالتوالي على المستوى yz او xz.

1-1-1-2-5- عمليات الإسقاط والتقاطع

فهم عمليات الإسقاط والتقاطع مهمة لتصنيف أساليب الاظهار (منظور، أكسنومتري، مونج) والتي مهمة أيضا في التطبيقات الرسم الحر وخصوصاً في الأكسنومتري الكافاليرا (cavalier axonometry) وفي الإسقاطات المتعامدة (Monge projection).

1-1-1-2-6- حالات الانتماء

حالات الانتماء للكيانات الهندسية الرئيسية (لنقطة على خط، خط على مستوى، ونقطة على مستوى) يمكن التحقق منها بوضع مستوى الإنشاء xy بحيث يمر بالكيان المضيف. مثلا للتحقق من نقطة P على مستوى $\alpha$ يتم وضع xy بحيث يتطابق مع المستوى الفا ومن باستخدام الإيعاز Identify نطلب إحداثيات النقطة P، فإذا نتج ان قيمة إحداثيات محور z تساوي صفر يعني ان النقطة P تنتمي للمستوى.

1-1-1-2-7- المقاس الحقيقي لمستقيم

لإظهار مستقيم A_B بمقياسه الحقيقي، نمرر بالمستقيم مستوى رأسي $\gamma$، ثم نضع المستوى xy بحيث يتطابق مع $\gamma$ ، ومن ثم نعرضه بحيث يكون موازي او مطابق لمستوى شاشة الحاسوب. وهذه العملية تسمح أيضاً بالحصول على زاوية ميلان المستقيم بالنسبة لمستوى الإسقاط الأفقي $\pi 1$ ($\equiv$ xy المطلق)، أي الزاوية المتشكلة بين الخط وإسقاطه الأفقي.

1-1-1-2-8- الشكل الحقيقي لشكل مستوي

لإظهار الشكل الحقيقي لشكل منتمي لمستوى $\gamma$، نضع المستوى xy بحيث يتطابق مع $\gamma$ ومن ثم نعرضه بحيث يكون موازي لمستوى شاشة الحاسوب.

1-1-1-2-9- مقاس الزاوية الزوجية

يتم تحديد الزاوية الزوجية (diedral angle) بين مستويين $\alpha$ $\gamma$ كزاوية بين خطين r s ناتجين من تقاطع $\alpha$ $\gamma$ مع مستوى ثالث $\beta$ عمودي على الخط المشترك لنفس المستويين $\alpha$ $\gamma$. وبطريقة مماثلة لما سبق يحدد المقياس الحقيقي لهذه الزاوية بوضع المستوى $\beta$ بحيث يكون موازي لمستوى شاشة الحاسوب.

1-1-1-2-10- التوازي بين خط ومستوى

شرط التوازي بين خط r ومستوى α مثلاً، يتحقق عندما r يكون موازي لخط s ينتمي ل α . تطبيق هذا المفهوم في الفراغ الافتراضي يتم بوضع مستوى الإنشاء xy بحيث يتطابق مع α . ومن ثم بواسطة الإيعاز Identify نطلب إحداثيات نقطتين من الخط r. فإذا نتجت قيم متساوية لإحداثيات محور z لهذه النقاط، يعني ان الخط r موازي للمستوى α. نفس قيمة ض ، الأمر الذي يعني ملك 'بالتوازي مع ألفا ، وإلا فإن الخط غير موازية لألفا.

1-1-1-2-11- التعامد بين خط ومستوى

التعامد بين خط ومستوى α مثلا، يتحقق عندما r يكون عمودي على خطين للمستوى α . لتطبيق هذا المفهوم في الفراغ الافتراضي يتم وضع مستوى الإنشاء xy بحيث يتطابق مع α . ومن ثم بواسطة الإيعاز Identify نطلب من أوتوكاد إحداثيات نقطتين للخط ، إذا نتج أن لهما نفس الإحداثيات xy فهذا يعني أن الخط r عمودي على المستوى ألفا.

1-1-1-2-12- مسألة قياس المسافة بين نقطة ومستوى

لحل مسألة قياس المسافة بين نقطة P ومستوى α، يتم بتمرير بالنقطة P خط r عمودي α ؛ ومن ثم في تحديد نقطه التقاطع Q بين r و α. المستقيم P_Q يمثل المسافة المطلوبة بين النقطة P والمستوى α. لتطبيق هذا المفهوم في الفراغ نقوم بوضع مستوى الإنشاء xy بحيث يتطابق مع المستوى α. ومن ثم باستخدام الإيعاز Identify يتم معرفة إحداثيات P بالنسبة للمستوى α.

1-1-1-2-13- زاوية أقصى ميلان

زاوية أقصى ميلان لمستوى α هي الزاوية الأكبر المتكونة بين α وأي مستوى أفقي، الذي عادة ما يكون مستوى الإسقاط الأفقي π1. يتم تحديد هذه الزاوية بنفس الطريقة السابقة التي تم فيها تحديد الزاوية الزوجية بين مستويين بوضع عام. لتلخيص الإجراء، نحدد أولا خط التقاطع g بين α ومستوى أفقي π1. ثم نقطع المستويين α و π1 بمستوى ثالث γ بحيث يكون عمودي على خط تقاطعهما t'α. نتيجة التقاطع نحصل على خطين m m1 ، الزاوية بينهما تمثل هي زاوية أقصى انحدار للمستوى α. في الفراغ، يكفي تحديد خط أفقي g كتقاطع بين α وأي مستوى أفقي، ومن ثم من أي نقطة P من g نرسم خطين عموديين على نفس الخط g . الزاوية المتشكلة بين الخطين هي الزاوية المطلوبة. التي من الممكن معرفة قيمتها بواسطة الإيعاز Dimangular أو عرضها بشكلها الحقيقي بوضع المستوى المار بالخطين m m1 موازي لمستوى شاشة الحاسوب.

1-1-1-2-14- تحديد نقطة التقاطع بين خط ومستوى

يتم تحديد نقطة التقاطع بين خط r ومستوى ألفا كتقاطع بين r وأي خط s من المستوى α. الخط s يحدد كتقاطع بين α وأي مستوى مار بالخط r. لتطبيق هذا المفهوم في أوتوكاد ، نضع مستوى الإنشاء xy بحيث يتطابق مع α ، وثم بواسطة فلترة الإحداثيات نسقط r باتجاه عمودي على α. وهكذا نحصل على r' نتيجة هذا الإسقاط. نقطة التقاطع المطلوبة تحدد كتقاطع بين الخط r وإسقاطه r' .

1-1-1-2-15- تحديد الزاوية بين خطين متخالفان

يتم تحديد الزاوية بين خطين متخالفان r s ، بإسقاط إحداهما مثلاً s على المستوى المار بالخط الأخر r والموازي لنفس الخط الأول s. الزاوية المطلوبة هي المتشكلة بين الخط r والإسقاط s’. في أوتوكاد يكفي رسم من نقطة تنمي لإحدى الخطين r خط s’ موازي للخط الأخر s. ومن ثم يتم الحصول على قيمة الزاوية المتشكلة بين الخطين r و s’ باستخدام الإيعاز Dimangular.

1-1-1-2-16- إفراد أسطح مجسمات هندسية

إفراد أسطح المجسمات الهندسية يتم بواسطة عمليات هندسية تسمح بوضع سطح المجسم على نفس المستوى. الحجوم التي يمكن إفرادها تشمل الأسطح التي لها قمة لانهائية مثل المناشير والأسطوانات، أو نهائية مثل الأهرامات والمخاريط . في البرمجية أوتوكاد لا يوجد أي إيعاز يسمح بتنفيذ تلك العملية بشكل تلقائي، ولذا من الممكن تنفيذ عملية الإفراد باستخدام الإنشاءات الهندسية او استخدام برمجيات أخرى تسمح بتنفيذ هذه العملية.

1-1-1-2-17- التقاطع بين الأسطح

لتحديد خطوط التقاطع بين أسطح بقمة نهائية او لانهائية، نستخدم نفس مفهوم التقاطع بين خط r ومستوى α. والذي يكمن في عمليات تمرير بالخط r مستوى مساعد β، وفي تحديد خط التقاطع s بين المستويين α و β ، وأخيرا في العثور على النقطة المطلوبة كتقاطع بين الخطين r و s. بطريقة مماثلة ينبغي تكرار هذه العمليات مرات عديدة للحصول على خط او خطوط التقاطع بين الأسطح. أما باستخدام اوتوكاد فانة كافي إعداد وتوليد النماذج ثلاثية الأبعاد للأسطح المعنية للحصول على تقاطعها بشكل تلقائي. لمعرفة الإجراءات التي تسمح بتحديد النقاط المهمة لهذه التقاطعات ، من الممكن الاطلاع على الإجراءات التفصيلية في الفصل الخامس، مثلا ظل دائرة على أسطوانة كتقاطع بين أسطوانتين.

**1-1-2- جامعة فيلادلفيا**

**1-1-2-1- وصف مقررات الرسم (الخطة الدراسية)**

**1-1-2-1-1- الرسم المعماري والمنظور**

المقرر (Architectural Drawing& perspective) يتناول تقنيات الرسم المعماري وأساليب الإظهار المختلفة ، أساسيات الرسم الهندسية والترميز المعماري ، أنواع الخطوط المستخدمة، والتقنيات ، والإسقاطات المنظور للكيانات الهندسية المختلفة، رسومات ثلاثية الأبعاد، االأكسنومتري، التظليل ، والظل و المنظور (داخلي وخارجي) .

1-1-2-1-2- الرسم الحر 1 (Free Hand Drawing)

تدريس الرسم التقني دون استخدام أدوات الرسم، وذلك باستخدام قلم رصاص، لإظهار المساقط الأفقية لتركيبات من أشكال مختلفة، بالإضافة إلى دراسة الرسم المنظوري.

1-1-2-1-3- الرسم الحر

2الإظهار المنظوري للفراغات المعمارية، ودراسة الظلال والتظليل باستخدام الألوان، ودراسة التركيبات المعمارية المختلفة وعلاقتها مع الضوء.

1-1-2-1-4- الرسم بالحاسوب 1 (Computer Aided Design)

تركز هذه الدورة هي مقدمة عامة بشأن استخدام أجهزة الكمبيوتر وإدارة الملفات الحاسوبية. ويتناول استخدام برمجيات الرسم لتنفيذ العديد من الرسومات الهندسية ثنائية الأبعاد.

1-1-2-1-3- الرسم بالحاسوب 2

امتداد لمقرر الرسم بمساعدة الحاسوب 1، ويركز على الرسومات ثلاثية الأبعاد، والتعامل مع السطوح، والمجسمات الصلبة ، وتحرير مواد الإكساء، وإعداد الإضاءة، وخلفية المشاهد وما إلى ذلك. وتطرق أيضاً إلى استخدام برامج مختلفة ذات الصلة.

**1-1-3- جامعة العلوم والتكنولوجيا**

**1-1-3-1- وصف مقررات الرسم (الخطة الدراسية)**

**1-1-3-1- 1- الرسم باستخدام الحاسوب**

المقرر مكون من جزئيين ، الأول يركز على نظرية الظلال وأهميتها في الإسقاطات المتعامدة وفي الإظهار ثلاثي الأبعاد، الجزء الثاني منها يركز على تدريس طرق وتقنيات رسم المنظور بنقطتين أو بثلاث نقاط تلاشي.

1-1-3-**1**-**2**- مهارات الاتصال البصرية1 (visual communication)

المقرر يدرس المهارات الأساسية في الرسم الحر لتعزيز الحس الفني والجمالي للبيئة المبنية ولإعطاء القدرة على التعبير عن الأفكار الفراغية.

1-1-3-1-3- مهارات الاتصال البصرية2

يتناول المقرر تقنيات الإظهار والرسم باستخدام القلم والحبر والتصوير والالوانالمائية و عمل المجسمات المادية وغيرها من وسائل الإظهار .

1-1-3-**1**-**4**- الرسم المعماري

يركز على المهارات الأساسية في الرسم المعماري وتقنية الكتابة باليد ، ويتعامل مع الإظهار المعماري والإسقاطات للتعبير عن الأفكار التصميمية بواسطة إسقاطات متعامدة (مخططات وواجهات ومقاطع) ومنظورية

1-1-3-**1**-**5**- الرسم باستخدام الحاسوب، ( Computer Aided Design)، يتعامل مع تطبيقات الحاسوب في التصميم المعماري وتحضير الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد ،بالإضافة إلى النمذجة المعمارية واظهار المباني بالاستعانة بخيارات الإضاءة والمؤثرات الحركية والصوتية .

**1-1-4- جامعة الإسراء**

**1-1-4-1- وصف المقررات**

1-1-4-**1**-1- رسم معماري

تعنى هذه المادة بالتدريب على تقنيات الرسم المعماري، وتوضيح الوسائل والطرق المختلفة للإظهار والتعبير، و توضيح أنواع الخطوط المستعملة بالرسم ودلالاتها ، وكذلك الرموز المستعملة في الرسم المعماري و الإسقاط الهندسي و الوصفي، و الرسم المجسم ( الايزومترى والاكسونومترى) ، بالإضافة إلى بعض العمليات الهندسية الأساسية والكتابة بالخط الهندسي.

1-1-4-**1**-2- رسم حر1

تعليم مهارات الرسم بدون استعمال الأدوات الهندسية، وباستعمال القلم الرصاص، تمثيل المسطحات، تمثيل المجسمات، تكوينات الأجسام المختلفة وإسقاط الظل والظلال، دراسة الضوء في التكوينات المختلفة، دراسة الألوان، تمثيل العناصر المعمارية ورسم المنظور.

1-1-4-**1**-3- رسم حر2

تمثيل الفراغات المعمارية ورسم المنظور، وإسقاط الظل والظلال باستعمال الحبر والألوان، ودراسة التكوينات المعمارية المختلفة وعلاقتها بالضوء وتمثيلها فراغياً وتوظيفها في عمل التكوينات المعمارية في التصميم المعماري.

1-1-4-**1**-4- رسم بالحاسوب 1

تتضمن هذه المادة مقدمة في استخدام الحاسوب وإدارة الملفات، وتغطي أساليب الرسم ثنائي الأبعاد باستخدام البرامج المعمارية المتخصصة، بحيث يتمكن الطالب من استخدام الأوامر الأساسية لإعداد المخططات المعمارية ثنائية الأبعاد.

1-1-4-**1**-5- رسم بالحاسوب2

تعتبر المادة استمراراً لمادة الرسم بالحاسوب (1)، ويتم التركيز فيها على الرسم ثلاثي الأبعاد ، ومعالجة المواد، وتجهيز الأجسام ( solids) والسطوح (surfaces) ، بالإضافة لإعداد الإضاءة والخلفيات وغيرها من مساندات الرسم ثلاثي الأبعاد بإستخدام البرامج المعمارية الخاصة بذلك. كما ويتم التعرف على البرامج الأخرى ذات الصلة.

1-1-4-**1**-6- تطبيقات متقدمة في الحاسوب

يعتبر هذا المساق مكمل للمبادئ التي يتعلمها الطالب في المساقين: الرسم بالحاسوب ( 1) والرسم بالحاسوب (2) حيث يركز مضمون المساق على إظهار المجسم ثلاثي الأبعاد بتلوينه أو تلبيسه لمواد البناء، وهذا يتضمن السيطرة على الضوء والظلال، المواد والملمس و الحركة ، وهذا يتم من خلال استخدام برامج الرسم المتقدمة AutoCAD 2007 :ثنائي وثلاثي الأبعاد MAX، PhotoShop إضافة إلى برامج تصميمية متخصصة أخرى.

1-1-4-**1**-7- تقنيات الإظهار المعماري

تعني هذه المادة بالتدريب على وسائل الإظهار المعمارية المختلفة مثل استخدام الرصاص والحبر الجرافيك) والألوان المائية وغيرها من الوسائل التعبيرية بالإضافة إلى عمل المجسمات المادية.

**1-1-5- الجامعة الألمانية الأردنية**

**1-1-5-1- مهارات وتقنيات الاتصال**

**1-1-5-1-1- رسومات تقنية 1** (Technical Graphics A)

الجزء الأول يركز على استخدام الأدوات والمعدات اللازمة للتعامل بدقة مع الإنشاءات الهندسية البسيطة التي تتحول تدريجيا إلى إسقاطات مونج (Monge Projection) وأكسنومتري.

1-1-5-1-2- رسومات تقنية 2 (Technical Graphics B)

هذا الجزء يركز على تعلم الإسقاطات المنظورية (بنقطة او بنقطتين تلاشي) ، الخارجية والداخلية ؛ الظلال والتظليل على أسطح أفقية ورأسية؛ الأكسنومتري، استخدام مختلف التقنيات: أقلام الرصاص والأقلام الملونة، الخ.

1-1-5-1-3- لرسم الحر 1 (Freehand Sketching I)

هذا المقرر يعلم الطلاب كيفية إدراك المنظور وتصور الفراغ المعماري؛ وكيفية ترجمة الأشكال ثلاثية الأبعاد إلى رسومات على ورقة الرسم، باستخدام مجموعة متنوعة من أدوات الرسم : قلم رصاص، والحبر ، الألوان المائية، وما إلى ذلك.

1-1-5-1-4- الرسم الحر 2 (Freehand Sketching II)

هذا المساق هو استمرارية للجزء الأول من الرسم الحر، ويعلم طرق معرفية لاكتساب وتنمية المهارات كوسيلة لرسم العمارة ، مواصلة تطوير المهارات التحليلية والمعرفية من خلال السكتشات، وللحصول على فهم لأنماط الإظهار المستخدمة في الهندسة المعمارية. إنتاج الرسومات لتسجيل الأحداث وعرض المفاهيم.

1-1-5-1-5- الرسم بالحاسوب1 (Computer Visualizations I)

يتم تدريس هذا المقرر في السنة الثانية ويركز على تدريس كيفية استخدام برمجيات الحاسوب كوسائط للإظهار الهندسي للعمارة، مثل إنتاج رسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد، من خلال تقنيات النمذجة والتصيير (Rendering).

1-1-5-1-6- الرسم بالحاسوب2 (Computer Visualizations II)

هذا المقرر يعلم الطلاب على استخدام أجهزة الكمبيوتر كوسيلة متكاملة في عملية التصميم ابتداءاً من جمع البيانات ، ورسم السكتشات ، المشاريع المرجعية والمقترحات والتخطيط وصنع القرار ، وأخيراً إعداد مخططات المشروع النهائي. التركيز على استخدام جهاز لمحاكاة للمباني ، الإضاءة (الطبيعية والاصطناعية) ، مواد الإكساء، والتأكيد على أهمية المؤثرات الحركية في عرض المشاريع.

1-1-5-1-7- تقنيات الإظهار والتصيير (Rendering and Presentation Techniques)

إتقان تقنيات العرض والتصيير والمهارات الشفوية والكتابية لتفسير المشاريع المعمارية، الغرض من هذه الدورة مساعدة الطلاب أن يفسروا المشاريع بشكل جيدة ومساعدتهم على فهم وتحليل الاستراتيجيات وتقنيات العرض.

1-1-5-1-7- العمارة البرامترية (Parametric Architecture)

هذا المساق يعتمد على الأساسيات والمهارات المكتسبة في مقررات الإظهار السابقة ، ويتناول التقنيات المتقدمة للنمذجة البرامترية ( Parametric modeling) وتوليد المؤثرات المتحركة، وأنواع المناظير، وتكوين وتحرير الفيديو بمؤثرات خاصة، وكيفية إنشاء بيئة رقمية متكاملة. والمزيد من المفاهيم المتقدمة من أجل زيادة كفاءة إظهار الرسم ، بما في ذلك الاتصال مع رسومات ووثائق خارجية، وإنشاء وتعديل وصيانة مكتبات البرمجيات.

## 1-1-6- جامعة آل البيت

### 1-1-6-1- وصف المقررات

1-1-6-1-1- الرسم الحر 2/1

إدراك العناصر الفنية والمعمارية وطرق التعبير عنها بالرسم اليدوي. رسم النباتات والأجسام والكتل المعدنية والأشخاص والتعريف بآليات تكبير المناظر وإسقاطها. ويهدف مساق الرسم الحر 2 إلى دراسة التصوير الرقمي للعمارة؛ عرض مبادئ التكوين ثنائي وثلاثي الأبعاد وبناء مجسمات لأشكال تجريدية. إضافة إلى دراسة الإظهار المعماري باستخدام التقنيات التقليدية وأيضاً برمجيات الحاسوب.

1-1-6-1-2- الرسم الهندسي

يتناول المهارات الأساسية في الرسم المعماري ؛ رسم الخطوط و السطوح والأشكال باستخدام الإسقاطات المختلفة (مونج، أكسنومتري، منظور) تمهيدا لرسم المخططات المعمارية.

1-1-6-1-3- الرسم المعماري

وسائل التعبير المعماري في الرسم والإسقاط المعماري والمنظور الهندسي ( بنقطة تلاشي واحدة أو نقطتين)، المنظور الداخلي والخارجي، دراسة الظل والظلال، إسقاطات المباني بأشكالها المختلفة وتكويناتها المتعددة.

1-1-6-1-4- تطبيقات بالحاسوب

يتناول نظم الإدخال والإخراج في البرمجيات المخصصة في الرسم المعماري، إخراج مخططات التنفيذية (مساقط، واجهات، مقاطع، تفاصيل معمارية) . ويتناول المساق 2 رسم وإخراج مشاريع معمارية ثلاثي الأبعاد وإظهارها باستخدام المواد المختلفة والإضاءة المناسبة بالإضافة إلى إدخال الخلفيات الملائمة.

**1-1-7- جامعة البلقاء التطبيقية**

**1-1-7-1- وصف مقررات الرسم**

1-1-7-1-1- رسم معماري

إنشاءات هندسية مستوية؛ إسقاطات متوازية (إسقاطات متعامدة، أكسونومتري) لتمثيل الحجوم الهندسية، حتى الوصول بشكل تدريجي إلى تمثيل العمارة. من خلال سلسلة من النشاطات العملية بأدوات الرسم التقليدية.

1-1-7-1-2- رسم هندسي

نظرية وتطبيق الرسومات لتقنية : الإنشاءات الهندسية ، الإسقاطات المتعددة، القطاعات والتقنيات الأساسية لكتابة المقاسات، الاكسونومتري المائل وإسقاطات الخطوط والنقاط والمستويات.

1-1-7-1-3- الرسم الحر

أساليب الرسم الحر باستخدام والألوان. المساعدة في تصور الإسقاطات، فضلاً عن ملمس المواد. سلسلة من الإظهارات المعمارية لتعزيز المهارات الرسومية و والتعبيرية.

1-1-7-1-4- الحاسوب في العمارة

تنمية المهارات في استخدام برمجيات الرسم المعماري ، وتكوين القدرة على تطبيق هذه المهارات في إعداد رسومات تصميمية لمشروع معماري متكامل

1-1-7-1-5- وسائل اتصال معماري

مفاهيم التعبير المعماري من خلال تطبيق أساليب مختلفة، مثل التصوير الفوتوغرافي، والنمذجة ، وتقنيات العرض الأخرى. تطوير القدرات التقنية.

**1-1-8- جامعة البتراء**

**1-1-8-1- وصف مقررات الرسم**

1-1-8-1-1- رسم معماري

تطبيق أصول الرسم الهندسي المعماري باستخدام الأدوات المعروفة ؛ تنمية القدرة على تخيل عناصر الكتل المعمارية من نقاط وخطوط وأسطح وفراغات والعلاقات فيما بينها، ومعرفه رسم المساقط والمقاطع المعمارية. المساق الثاني يتناول رسم الظل والظلال للكتل المعمارية ؛ أساليب رسم المنظور الهندسي بنقطة أو بنقطتي تلاشي .

1-1-8-1-2- رسم حر

إدراك ونقل ما تراه العين والطلاقة في التعبير عنه من خلال المحاكاة للأشكال المتعددة من زوايا مختلفة بالرسم الحر باستخدام أقلام الرصاص والحبر والألوان، وإدراك نسب وملمس ومظهر الأجسام وعلاقتها بالظل والنور.

1-1-8-1-3- وسائل اتصال معماري

وسائل الإظهار وطرق الإخراج المختلفة للرسومات والمخططات المعمارية باستخدام الحبر والألوان وقلم الرصاص ؛ عمل المجسمات والنماذج المادية.
تطبيقات الحاسوب في العمارة : الرسم المعماري ثنائي الأبعاد باستخدام برمجيات الحاسوب.

***ملحق 1-2- وصف مقررات الرسم في الجامعات العربية***

**1-2-1- جامعة دمشق/ سوريا**

وفقا لمقياس الجامعات ويبوميتركس ( webometrics) المتخصص بترتيب مواقع الجامعات حول العالم، حصلت جامعة دمشق على المرتبة الأولى بين الجامعات السورية وعلى المرتبة 83 عربياً.

**1-2-1- 1- وصف مقررات الرسم الهندسي**

1-2-1-1-1- مقرر الهندسة الوصفية

1) المفاهيم النظرية : النقطة – طرق الإسقاط – تقنيات الرسم؛ أنواع وطرق الإسقاط – النقطة؛ المستقيمات وأنواعها وتمثيلها؛ المستويات وأنواعها وتمثيلها؛ تقاطع مستقيم مع مستوي؛ تقاطع المستويات؛ التوازي والتعامد؛ الطرق المساعدة – مبادئ عامة؛ تغير مستويات الإسقاط ؛ الدوران - التطبيق؛ تمثيل كثيرات الوجوه؛ تقاطع المستقيمات والمستويات وكثيرات الوجوه؛ تقاطع كثيرات الوجوه. **2)** التطبيقات العملية - : النقطة – طرق الإسقاط – تقنيات الرسم؛ المستقيم تمثيله – أنواعه؛ المستوي أنواعه تمثيله؛ تقاطع المستويات مع المستقيمات - تقاطع المستويات - التوازي والتعامد؛ تغيير مستويات الإسقاط -الدوران - التطبيق؛ تمثيل متعدد الوجوه - تقاطع مستقيمات ومستويات مع متعدد الوجوه؛ تقاطع متعددات الوجوه.

1-2-1-1-2- عناصر العمارة و الرسم الهندسي

أ- الرسم الهندسي : التعرف بلغة التعبير المعماري من خلال: إتقان الرسم وأساليب التعبير الهندسي؛ استيعاب الإسقاطات و المقاطع ب- عناصر العمارة : فهم الحجم و الفراغ و العناصر المعمارية الأساسية من خلال: علاقة الإنسان بالعناصر المعمارية المحيطة . المواضيع التدريسية : رسم أشكال هندسية مختلفة زخرفة عربية؛ رسم إسقاطات ومقاطع لحجوم معمارية أو عناصر كلاسيكية؛ دراسة الفتحات والبوابات و عناصر الانتقال الأفقي والشاقولي.

1-2-1-1-3- الظل و المنظور (2)

1 - أنواع الإسقاطات: الإسقاط الموشوري (او الموازي) ؛ الإسقاط المخروطي (أو المركزي)؛ مبادئ الظل الهندسي ( الظل الذاتي و الظل المرمي) . الظلال على السطوح المستوية الأفقية والشاقولية و المائلة؛ ظلال الأشكال الهرمية؛ ظل الدائرة و الأشكال الدائرية؛ ظل الأقواس؛ الظلال على السطوح المنحنية؛ المجسمات الأسطوانية؛ ظلال الأشكال المخروطية؛ ظل الكرة و القبة الكروية؛ الأشكال المنظورية الناتجة عن الإسقاط الموشوري ( الأكسونومتري) المنظور الأيزومتري والديمتري.

2 - الظل و المنظور 2: مبادئ رسم المنظور الهندسي- عناصر الرسم؛ منظور شكل بسيط على مستوى أفقي – نقاط التلاشي؛ منظور المجسمات المتوازية المستطيلات؛ منظور بنقطة تلاشي واحدة؛ المقطع المنظوري - المنظور الداخلي؛ السطوح المائلة - الأدراج؛ منظور الدائرة والأشكال الدائرية في المستويات الأفقية؛ الدائرة في المستوى الشاقولي – الأقواس الدائرية؛ المجسمات الأسطوانية و المجسمات المخروطية؛ الدائرة ضمن المستوى المائل؛ الأشكال الحلزونية الدرج الحلزوني؛ منظور الكرة و الأشكال الكروية؛ الظل في المنظور؛ الظل الناتج عن مصدر ضوء قريب؛ الظل الناتج عن الشمس ( خلف أو جانب الناظر) ؛ مبادئ رسم المنظور بثلاث نقاط تلاشي.

1-2-1-1-4- الرسم النظري و النماذج (2)

1 - الفصل الأول: فكرة عامة عن الرسم النظري – تمرين رسم خطوط مختلفة باليد الحرة؛ رسم حجمين ( متوازي مستطيلات – مكعب ...) ؛ رسم تكوين حجمي فوق خط النظر وتحت خط النظر؛ رسم حجوم مختلفة – مكعب متوازي مستطيلات – أسطوانة – هرم – كرة؛ رسم أواني فخارية و زجاجية؛ درس عن الألوان؛ رسم نماذج للعلاقات اللونية. الفصل الثاني: ظل مجموعة حجوم؛ رسم قطعة أثاث؛ درس نظري عن التكوين؛ رسم تكوين من عناصر مختلفة؛ رسم بناء بنقطة فرار واحدة – تكية السلطان باشا – أو رواق حارة شعبية.

2 - الرسم النظري و النماذج 2: تكوين هندسي من مستطيلات ومربعات؛ تكوين هندسي من متوازيات مستطيلات ومكعبات؛ تكوين هندسي وحيد الكتلة؛ تكوين هندسي من وحدة هندسية متكررة؛ تكوين هندسي وحيد الكتلة مع وحدة هندسية متكررة؛ تكوين هندسي من أجسام ذات مقاطع دائرية أو مربعة؛ دراسة تأثيرات لونية على السطوح متوازي المستطيلات.

1-2-1-1-5- الرسم باستخدام الحاسوب

يهدف هذا المساق إلى تنمية قدرات الطالب على استخدام الحاسوب في عملية الرسم الهندسي ثنائية وثلاثية الأبعاد ابتداء بالفكرة التصميمية والانتهاء بعملية الطباعة ، وتوسيع مدارك الطلبة في كيفية تطويع التطور الالكتروني لخدمة العمل الهندسي. ويشتمل على توضيح كيفية استخدام برامج الحاسوب المختلفة في معالجة الصور وإخراج المشاريع .

**1-2-2- جامعة الملك سعود**

تصدرت جامعة الملك سعود الجامعات العربية في أبرز التصنيفات العالمية للجامعات وجاءت مرتبة الجامعة على النحو التالي: ضمن أفضل 400 جامعة عالمية في تصنيف شنغهاي ( Shanghai Jiao Tong University)؛ والمرتبة 221 عالمياً والأولى عربياً وإسلامياً في تصنيف كيو إس البريطاني (**The-QS**)؛ والمرتبة 164 عالميا وفقا لتصنيف ويبومتركس الأسباني (CSIC -Webometrics).

**1-2-2-1- وصف موجز لمقررات الرسم المعتمدة**

فيما يلي هناك وصف موجز لمقرررات الرسم المعتمدة في كلية العمارة والتخطيط في جامعة الملك سعود:

1-2-2-1-1- الرسم بالحاسب

بهدف المقرر إلى التعريف بالجوانب المرتبطة باستخدام الحاسب في المجالات العمرانية وبالمفاهيم الأساسية لتقنيات الرسم باستخدام الحاسب وتطوير المهارات المرتبطة بتطبيق هذه المفاهيم.

1-2-2-1-2- أسس التصميم (2)

الجزء الأول يتناول تعريف مفاهيم أسس التصميم ثنائية الأبعاد ( 2D) وأسس التصميم بالألوان وذلك باستخدام الطرق والأدوات والوسائل التقليدية أو التكنولوجية (الحاسب الآلي وما يربط به من تقنيات ) طبقاً للإمكانيات المتاحة. الجزء الثاني يتناول مفاهيم أسس التصميم ثلاثية الأبعاد (3D) وعمل المجسمات وذلك باستخدام الطرق والأدوات والوسائل التقليدية أو التكنولوجية ( الحاسب الآلي وما يرتبط به من تقنيات).

1-2-2-1-3- المهارات الأساسية (2)

الرسم الحر باستخدام طرق وأدوات مختلفة مثل الرصاص والفحم والحبر في التعبير عن مواضيع متنوعة مثل الفن والعمارة والطبيعة . التحليل والتكوين البصري بواسطة الإسقاط العمودي. الرسم المعماري كوسيلة للتصميم. التمثيل ثلاثي الأبعاد باستخدام الأكسونومتري. التعبير المعماري بواسطة الرسم الحر وبالرسم الثلاثي الأبعاد.

1-2-2-1-4- استخدام الحاسب في التصميم المعماري

فوائد وإشكاليات استخدام الحاسب في التصميم المعماري. مفاهيم وتقنيات النماذج التصميمية الرقمية : الإعداد والتمثيل للنماذج؛ التعامل مع النماذج؛ الإظهار والعرض للنماذج؛ تحليل وتقييم النماذج .

1-2-2-1-5- الرسم الحر

الرسم بدون استخدام أدوات الرسم الهندسي. رسم الأبعاد والعلاقات بين الكيانات الهندسية (التوازن والانسجام ، النقيض ، التركيب... الخ) ؛ الصفات البصرية (الإكساء ، الإشعاع ( brilliance) ، الشفافية... الخ) ؛ التظليل والظلال.

*وكما يلاحظ في وصف المقررات أعلاه هناك العديد من مفاهيم الهندسة الوصفية، مثل الإسقاطات العمودية، الأكسنومتري، ونظرية الظلال، والإنشاءات الهندسية لإعداد مختلف النماذج الافتراضية.*

**1-2-3- جامعة النجاح /فلسطين**

وفقاً للتقييم العالمي للجامعات والذي يرصده موقع Webometrics الإلكتروني الإسباني حققت جامعة النجاح المرتبة الأولى فلسطينياً والخامسة من بين 700 على مستوى العالم العربي، وعلى المرتبة 1011 من بين عشرين ألف جامعة على مستوى العالم.

**1-2-3-1- وصف المقررات**

1-2-3-1-1- رسم معماري (1)

يتناول هذا المساق أصول الرسم المعماري ويتعرف على طرق الإسقاط الهندسي وكيفية رسم المخططات والواجهات والمقاطع المعمارية. كذلك الرموز المختلفة لمواد البناء وكيفية إظهارها في المساقط والواجهات والمقاطع، إضافة إلى أنواع الخطوط ومقياس الرسم وخطوط القياس وكيفية اعداد وترتيب اللوحات الهندسية.

1-2-3-1-2- رسم هندسي

تنمية القدرة على التعبير عن الأفكار من خلال الرسومات، ليتمكن من خلالها رسم أي تصميم يمكن فهمه وتصنيعه في المستقبل، وفقا لمعايير قياسية متفق عليها بالنسبة للشكل والتسمية وما إلى ذلك. وتستخدم فقط تقنيات الرسم اليدوية.

1-2-3-1-3- رسم حر

تنمية قدرات الطالب على رسم الطبيعة الصامتة باليد الحرة باستخدام تكنيك أقلام الرصاص والفحم بأنواعها، بطريقة تساعده على الإدراك الفني وتزيد من قدرته على التعبير السريع عن الأفكار المطلوبة في التصميم المعماري،. وذلك من خلال التركيز على مبادئ التكوين، الخط، الظل، النسب، المنظور..الخ هندسة وصفية، يتناول المبادئ الأساسية لتطوير المهارات في التحليل الهندسي الذي يسبق عملية التصميم، من خلال دراسة طرق رسم الأشكال ثلاثية الأبعاد على الورقة ذات البعدين باستخدام الإسقاط العمودي للنقطة، الخط، السطح، والكتلة، وعلاقتها الفراغية: تقاطع، دوران ...الخ، مع التعرف على التطبيقات الهندسية لذلك.

1-2-3-1-4- رسم معماري (2)

يتناول تعلم الرسم المعماري ثلاثي الأبعاد بأنواعه المختلفة (Isometric Perspective) ، كذلك أساليب التعبير باستخدام الظلال في اللوحات المعمارية.

1-2-3-1-5- إظهار معماري

هذا المساق يعلم أساليب الإظهار المختلفة للمشاريع باستخدام وسائل ومواد مختلفة ، مثل الإظهار بأقلام الرصاص والحبر وألوان الخشب والألوان المائية وأساليب أخرى.

1-2-3-1-6- تدريب بصري معماري (2)

تعريف مبادئ التصميم ثنائي الأبعاد، وعناصر التكوين في الفن والعمارة وهي: النسب، الإيقاع، الوحدة،السيادة، الاتزان..الخ،. التعريف بمبادئ وعناصر التصميم ثلاثي الأبعاد في الفن والعمارة نظرياً من خلال عرض وتحليل لأعمال فنية عالمية تغني المعرفة لدى الطالب، وتطوير المهارات التصميمية في تشكيل تكوينات ثلاثية الأبعاد من الخط، السطح، والكتلة. باستخدام مواد خام مختلفة .

1-2-3-1-7- مساحة للمعماريين

تعرف الطالب على مبادئ وأساسيات علم المساحة وتطبيقاتها الضرورية في مجال العمارة.
التصميم بواسطة الحاسوب 1: هذا المساق يتناول استخدام الحاسوب في الرسم المعماري، حيث يتم التعريف على البرمجيات المستخدمة في العمارة، لعمل وإنتاج المخططات الهندسية.

**1-2-4- جامعة البحرين**

يطرح الرسم والتعبير المعماري على أول فصلين دراسيين لطالب العمارة حيث يتم تدريبه على استخدام المعدات والأجهزة في مجال الرسم المعماري كما يؤهل الطالب لإعطائه المقدرة التصميمية للعرض الثلاثي الأبعاد للأحجام والفراغات المعمارية ، ويظهر واضحاً أن المقرر يتطرق إلى مفاهيم وتقنيات الإظهار الهندسي (منظور، أكسنومتري، مونج).

**1-2-4-1- وصف مقررات الرسم**

فيما يلي هناك وصف موجز لمقررات الرسم المعتمدة في كلية العمارة والتخطيط في جامعة البحرين:

1-2-4-1-1- الرسم والتعبير المعماري1

استخدام المعدات والأجهزة في مجال الرسم المعماري من خلال الواجبات البسيطة المعتمدة على المسطحات والمساقط ، تطبيقات الإسقاطات العمودية في رسم عناصر المخطط (عمودي ، أفقي) المجسم . استخدام الإسقاطات المتوازية في الرسم الهندسي للمجسمات.

1-2-4-1-2- الرسم والتعبير المعماري2

المقدرة التصميمية للعرض الثلاثي الأبعاد للأحجام والفراغات المعمارية ، بمساعدة الإسقاطات المنظورية للعمارة الداخلية والخارجية . والظلال والتظليل في المسقط العلوي والواجهات والإسقاطات الجانبية. التعبير والإظهار المعماري بمساعدة الأدوات في مختلف التمارين والواجبات.

1-2-4-1-3- أسس التصميم 1

أهمية التصميم المعماري ، وعلاقته بالأمور والتخصصات المختلفة المفاهيم والمصطلحات الأولية في التصميم (العمق، الحركة ، التوازن، التنوع ، الانسجام ، التناقض ، ...) العناصر المتنوعة في التصميم : النقطة ، الخط ، والسطح والحجم والفراغ والألوان، التجريد المتوازن ، المجالات الثنائية الأبعاد وترتيب الأشكال في الفراغات الثلاثية الأبعاد.

1-2-4-1-4- أسس التصميم **2**

المبادئ الأولية للتصميم المعماري (النسب ، قياس الرسم، الفراغات والتنظيم الفراغي ، الأجسام ، الأحجام ..) في تصميم وتنظيم الفراغات في الحيز المعماري .

1-2-4-1-5- الرسم المعماري بمساعدة الحاسوب

تحليل احتياجات المستخدم وتطوير الحلول ، قدرات الحواسيب في مهنة الرسم والإظهار المعماري . ويجدر الإشارة إلى أن مقرر الرسم والتعبير المعماري في كلية الهندسة المدنية في جامعة البحرين يضمن المواضيع التالية: "مميزات الرسم بمساعدة الحاسوب؛ مدخلات الرسم مثل الخطوط؛ الدوائر؛ النصوص الإضافة إلى التعديل مثل المحي؛ وقص؛ والنقل؛ الرسم ثنائي الأبعاد؛ الرسم بالمقاسات وبالمقياس؛ مستويات ؛ ترتيب الكتل ؛ طرق التخطيط ؛ تحسين الرسم: الكسر؛ النقل؛ إعادة التجميع؛ التظليل؛ التكبير؛ التصغير ؛ الملء ؛ تعدد الطبقات ؛ التدوير ثنائي الأبعاد ؛ رسم المرآة".

**1-2-5- جامعة الأميركية دبي**

الهندسة الوصفية في جامعة دبي لا تعطى كمقرر منفصل ، ويعتمد على مراسم التصميم الأولية فقط طرح مفهوم المنظور ثلاثي الأبعاد.

**1-2-5- 1- وصف موجز لمقررات الرسم**

1-2-5- 1-1- الرسم بمساعدة الكمبيوتر1

أساسيات الحاسوب كأدوات رسم. المهارات اللازمة لرسم الإسقاطات المتعامدة (خطط والارتفاعات والمقاطع).

1-2-5- 1-2- الرسم بمساعدة الكمبيوتر2

تطوير الخبرة في إنتاج رسومات تتطلب ميزات وتقنيات متقدمة في التعامل مع برمجيات الكاد (CAD). ويتم التركيز على وضع القياسات ، وتقنيات الطباعة ، وإعداد وثائق البناء وسرعة الكفاءة والإنتاج. وكيفية توليد نماذج ثلاثية الأبعاد.

1-2-5- 1-3- الرسم بمساعدة الكمبيوتر3

هذه الدورة المتقدمة في استخدام الحاسوب تركز على النمذجة ثلاثية الأبعاد، حيث يتعلم الطلاب على ترجمة الرسومات ثنائية الأبعاد (مساقط أفقية ورأسية) إلى نماذج ثلاثية الأبعاد من أجل استخدامها في عملية إظهار المشروع المعماري. ويطلب من الطلاب إنتاج مناظير مصيرة ( Rendering perspective) بأدق التفاصيل (Photorealism). ويتناول المساق أيضاً مجال المؤثرات الحركية (Animation).

1-2-5- 1-4- الإظهار المعماري باستخدام الكمبيوتر (Digital Design Illustration)

هذا المقرر يركز على لغة الرسم للمظاهر الداخلية والخارجية للعمارة ويركز على الأدوات المستخدمة لإنشاء والتعامل مع الصور الرقمية لعرض المشاريع .ويهدف المقرر إلى تنمية مهارات وخبرة معالجة الصور والتعليق عليها. ويشدد على أهمية، نمط الملمس والضوء واللون والطباعة في جميع الإظهارات الفنية. ويطلب من الطلاب تصيير ( Rendering) لنماذج ثلاثية الأبعاد منفذة في أوتوكاد ومن ثم تعديلها في فوتوشوب.

1-2-5- 1-5- التصميم ثلاثي الأبعاد

هذا المقرر الاختياري يدرس الطلاب الأشكال ثلاثية الأبعاد وأدوات الرسم المناسبة. وتطوير الإدراك ثلاثي الأبعاد من خلال البحوث وتحليل النماذج في المختبر. وتستخدم قواعد الإسقاطات المتعامدة (الأفقية والرأسية) لبناء نماذج لمشاريع معمارية.

**1-2-6- جامعة أم القرى/السعودية**

حصلت جامعة أم القرى على الترتيب 501 على مستوى العالم في تصنيف QS البريطاني لعام 2010. وفي نفس العام حصلت على المركز 201 ووفقاً للتصنيف الأسباني ويبوماتركس.

**1-2-6- 1- وصف مقررات الرسم**

1-2-6- 1-1- الهندسة الوصفية

المفردأت: النقطة والخط والمستوى في الفراغ ، المناظر الأساسية والإسقاط الثلاثي ، المساقط المساعدة ، نفاذية النقطة والخط للمستوى في الفراغ ، تقاطع المستويات ، علاقة التعامد وأقصر مسافة بين النقطة والمستوى فراغياً ، فرد وتقاطع وتداخل الأجسام في الفراغ ، الأشكال اللولبية والتعبير عن ذلك بالرسم.

1-2-6- 1-2- الظل والمنظور

استخدامات الظل في الرسومات المعمارية ، ظلال الأشكال الهندسية الأساسية (المكعب ، الأسطوانة ، المخروط ، الكرة) ، ظلال المساقط والواجهات (البروز والارتدادات) . إسقاطات متوازية وإسقاطات مركزية (اكسنومتري ، منظور بنقطتي تلاشي، المنظور بثلاثة نقاط تلاشي. الظلال في الاكسنومتري وفي المنظور.

1-2-6- 1-3- تطبيقات الرسم بالحاسب الآلي1

مقدمة لبرنامج "أوتوكاد" ، تعليم مهارات الرسم والتعديل واستخدام الطبقات والألوان والأشكال وكتابة الأبعاد والتهشير ، والرسم ثلاثي الأبعاد ورسم المناظير والتظليل، مشروع معماري نهائي.

1-2-6- 1-4- تطبيقات الرسم بالحاسب الآلي2

يتعامل مع إمكانات معالجة الصور والإظهار الفني، والرسم بالخطوط (الرسومات التوضيحية) والرسم المجسم مع المؤثرات الحركية ( Animation) باستخدام البرنامج أوتوكاد ، الرسم ثلاثي الأبعاد ، المناظير، الإظهار المعماري والفني.

**1-2-7- الجامعة التكنولوجية/ العراق**

صنفت من ضمن أفضل مئة جامعة في الوطن العربي وفقاً للتصنيف الأسباني ويبوماتركس 2011./01

**1-2-7- 1- وصف مقررات الرسم**

1-2-7- 1-1- الرسم اليدوي (أو الرسم الحر)

تحويل مشهد إلى رسم ثنائي الأبعاد؛رسم مجموعة من الأشكال الهندسية (مكعب، كرة، أسطوانة). تظليل المجسمات؛ رسم أشكال ذات دلالة (كرسي)، رسم مباني بطريقة التناسب، الظل والظلال؛ رسم مكعبات بشكل هرمي؛ رسم جسم الإنسان؛ رسم عنصر معماري تراثي؛ رسم مشروع معماري؛ رسم أشكال بالألوان المائية.

1-2-6- 1-2- الإظهار المعماري

مفردات الإظهار المعماري، أنواع الإظهار ، رسم مشروع معماري، إظهار المواد البنائية والتشجير، والأثاث؛ الظل والظلال؛ استخدام الألوان المائية؛ رسم مجسمات في الإسقاط الأكسونومتري العمودي (ايزوميترك)، والمائل (كافاليرا)؛ منظور خارجي وداخلي لمبنى؛ رسم مقطع منظوري بنقطة تلاشي واحدة ؛ تقنيات الرسم بالحاسوب.

1-2-6- 1-3- الهندسة الوصفية

طرق الإسقاط ، الإسقاط العمودي (النقطة، المستقيم، المستوى)؛ إسقاط الأشكال الحجمية؛ المستويات المساعدة؛ مسائل الموضع؛ مسائل القياس؛ تمثيل متعدد السطوح؛ إفراد سطوح الأجسام.

1-2-6- 1-4- المساحة

دراسة الأشكال الهندسية وقياس الأطوال والمساحات والمجسمات والزوايا للأبنية، والقياسات الأرضية والإحداثيات واستخدام أجهزة التطبيق. استخدام الخطوط الكنتورية في حساب المجسمات ورسم المقاطع الطولية.

1-2-6- 1-5- تطبيقات الرسم بالحاسب الآلي

استخدام الحاسوب في الإظهار الفني والهندسي. استخدام البرنامج أوتوكاد من خلال التوازي بين المهارة التصميمية والمهارة التقنية لتنفيذ وإظهار التصاميم ثلاثية الأبعاد. مقارنة برامج الرسم والتصميم والكرافيك للتعرف على إمكانية التكامل والتفاعل فيما بينها .

***ملحق 1-3- وصف مقررات الرسم في الجامعات الدولية قيد الدراسة***

في هذا الملحق تم جمع وتحليل الخطط الدراسية في عدد من الجامعات الدولية، للتعرف على منهجية تدريس الهندسة الوصفية ومقررات الرسم الأخرى المتعلقة بها، والوقت المكرس لها بالنسبة للمقررات الأخرى، والسنوات المخصصة وأدوات الرسم المستخدمة (التقليدية الرقمية) في تدريس هذه المقررات. اختيار كليات العمارة في الجامعات المبينة أدناه كحالات دراسية اجري وفقا لأفضلية هذه الكليات حسب تصنيفات عالمية ومحلية وللاهتمام التي أظهرته في تجديد تدريس الرسم الهندسي باستخدام أدوات الإظهار الرقمية.

**1-3-1- جامعة روما سابينزا**

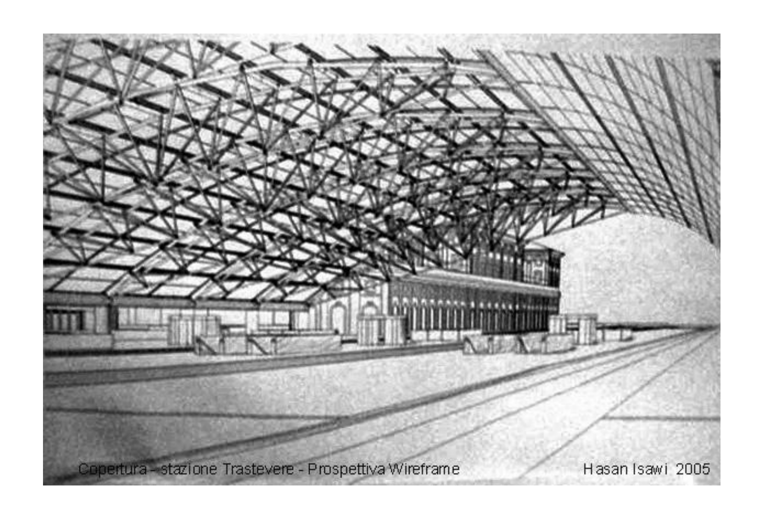
وفقا للتصنيف الأكاديمي للجامعات العالمية الصادرة عن معهد التعليم العالي في جامعة جياو تونغ شنغهاي (Shanghai Jiao Tong University)، صنفت جامعة سابينزا روما في المركز من بين أول ثلاثين جامعة أوروبية. وحازت في عام 2010 على المرتبة 190 وفقاً للتصنيف كيو إس ( QS World University Rankings).

بالإضافة إلى ذلك، تم اختيار هذه الجامعة، نظرا للمحاولات والانجازات الكبيرة التي حققتها في السنوات الأخيرة في مجال تشكيل إطار تعليمي جديد لمقرر الهندسة الوصفية بحيث يكون ملائم لتقنيات الرسم الرقمية.

**1-3-1-1- مقرر الهندسة الوصفية / جامعة روما سابينزا/ استاذ ملياري**

1-3-1-1-1- الخطة الدراسية

1. الدرس الأول: الإظهار الرياضي تقديم وتوضيح وعرض الخطة الدراسية. تعريف الإظهار الرياضي (Nurbes) والإظهار العددي ( Mesh) وميزاتهما. مستوى الإنشاء ( Costruction_plan). إدراج الأسطح البدائية (Primitives). إدارة خيارات الإظهار. إدارة المواد والتظليل (chiaroscuro).
2. الدرس الثاني : النمذجة المجسمة ثلاثية الأبعاد بعناصرها الثلاثة، النمذجة السلكية (wireframe_modeling) والنمذجة السطحية ( Surface_modeling) وأخيراً **النمذجة** الصلبة (Solid_modeling). مزايا النمذجة الصلبة. نمذجة صلبة عن طريق عملية البثق ( Extrude) أو الدوران (Revolve). عمليات إعداد نموذج عمارة . التفكيك ( Decomposition) :الأساس، الهيكل، ستائر الحوائط والأسقف. إدارة الطبقات ( layer) والمجسمات الصلبة. -- التدريبات في الصف : إعداد نموذج المشروع المعماري.
3. الدرس الثالث. النمذجة الصلبة :المهمات الرئيسية. إضافة او إزالة المواد .إنشاء نموذج معماري : الجدران وفتحاتها. --- التدريبات في الصف: تنفيذ النوافذ وإطارات النوافذ.
4. الدرس الرابع. الإظهار الرياضي. عملية نسخ النموذج ، تاريخ النموذج (سجل بجميع العمليات البوليانية التي أجريت على النموذج) : إدارة العلاقات. -- التدريبات في الصف: استكمال النموذج المعماري.
5. الدرس الخامس. الإظهار الرياضي. مقاطع مستوية للنماذج الصلبة. وعمليات بووليانية (Subtract، intersection،union ) (شكل21/1). التدريبات في الصف: استكمال النموذج المعماري.
6. الدرس السادس. الإظهار الرياضي. التدريبات في الصف: استكمال النموذج المعماري.
7. الدرس السابع . الأسطح . مفاهيم عامة عن تمثيل السطوح : نوربس ( NURBS). منحنيات الأسطح (Isoparametric). الانحناء والاستمرارية ( Curvature_&_continuity). الأسطح الرئيسية: المستوى. إنشاء النماذج الصلبة المنتظمة : رباعي الوجوه، المكعب، ثماني الأسطح ( Octahedron) ، والثنعشري (Dodecahedron ) عشروني (Icosahedron) ، القباب الجيوديسية (Geodesic dome) : أمثلة من الهندسة المعمارية. تدريبات في الصف : إنشاء نماذج صلبة منتظمة والتحقق من بعض خصائصها .
8. الدرس الثامن . السطوح: الكرة والسطح الحلقي كأسطح دورانية. المخروط والأسطوانة كأسطح مسطرة (Ruled surface) . نماذج تطبيقية في العمارة.
9. الدرس التاسع. السطوح. مقاطع مستوية للأسطح البدائية. أمثلة تطبيقية في العمارة. تدريبات في الصف: تحديد مقطع مستوي لكرة، ولسطح حلقي، ولمخروط ولأسطوانة.




شكل 108: نموذج الإطار السلكي (Wireframe Model) وهو تمثيل كيان ثلاثي الأبعاد باستخدام الخطوط فقط. (الباحث)

10. الدرس العاشر: السطوح. تحديد محور مخروط من الدرجة الثانية ( quadric cone). تدريبات في الصف: تحديد محور مخروط ثنائي وتحويله إلى مخروط قائم بدليل اهليجي ( *elliptical cone*).
11. الدرس الحادي عشر: السطوح. السطوح المسطرة ( Ruled surface)، نظرية مونج .الأسطح المسطرة بمستوى دليلي: سطح مكافئ زائدي ( Hyperbolic paraboloid). أمثلة تطبيقية في العمارة. تدريبات في الصف: إنشاء سطح مسطر من بين تلك التي وصفت في النص المرجعي.
12. الدرس الثاني عشر: السطوح. الأسطح المسطرة: السطح الزائد ألدوراني (hyperboloid_of_revolution). أمثلة تطبيقية في العمارة. تدريبات في الصف: إنشاء سطح زائد دوراني وقطعة بمستوى مائل بالنسبة للمحور.
13. الدرس الثالث عشر: السطوح. أسطح قابلة للبسط (Unfolding surface) . إنشاء سطح مسطر معلوم منحنيين. أمثلة تطبيقية في العمارة. تدريبات في الصف: إنشاء سطح قابل للبسط مرتكز على منحنين معلومين. وتنفيذ عملية البسط.
14. الدرس الرابع عشر: السطوح. السطوح من الدرجة الثانية: الناقص (Ellipsoid)، المكافئ الإهليلجي (elliptic_paraboloid)، الزائد بطيتين (Hyperboloid_of_two_sheets).
أمثلة تطبيقية في العمارة. تدريبات في الصف: إنشاء الأسطح الثنائية (quadrics)– السطح الثنائي هو مقطعه المستوي يكون قطع مخروطي (Conic). تمارين الصف :إنشاء الأسطح الثنائية.
15. الدرس الخامس عشر: السطوح. أسطح الاستيفاء ( interpolation): Loft ، Spined ، البثق (Extrusion)، capping، وأسلوب تغطية . أمثلة تطبيقية في العمارة . تمارين الصف: إنشاء أسطح Loft، و Spined، و البثق ، وحل مسائل التغطية (capping)، والتحقق من الاستمرارية.
16. الدرس السادس عشر: السطوح. إنشاء سطح استيفاء: سقف مصلى رونشام (Ronchamp).
17. الدرس السابع عشر. الإظهار الرقمي (Mesh). إنشاء تمثيل رقمي من الصفر :تقنيات بدائية. تحويل الإظهار الرياضي إلى إظهار رقمي . تحسين النموذج (optimization). الممارسة العملية في الصف : تحويل النموذج الرياضي للمشروع المعماري المطلوب إلى نموذج رقمي.

18. الدرس الثامن عشر . الإظهار الرقمي. التحكم بقياس رسم النموذج. التحكم بعملية تبليط (Tessellation) السطح.
19. الدرس التاسع عشر. الإظهار الرقمي. التحكم بتقنيات الإظهار. التحكم بالكاميرا، بزاوية الرؤيا ، باللامركزية والسيطرة على العلاقة بين طول وعرض إطار الصورة . ممارسة في الصف :إعداد بعض المناظير الخارجية والداخلية (والأكسنومتري).
20. الدرس العشرين. الإظهار الرقمي. التحكم بالإضاءة الطبيعية والاصطناعية، والبيئية. الإضاءة العامة و Raytracing. الممارسة في الصف : إعداد عمليات التظليل و الكياروسكورو وجودة الطباعة (Image_resolution).
21. الدرس الحادي والعشرون. الإظهار الرقمي. تلميح عن استعمال المواد :إدارة القنوات (Chanels)، والملمس وإدارة عمليات الإسقاط. التحكم بعملية التبليط. التمارين الصفية: السيطرة على خاصية مواد التبليط، واللمعان، والشفافية.
22. الدرس الثاني والعشرون: ملخص موضوعات الإظهار الرياضي التي تم تناولها في الدروس السابقة.
23. الدرس الثالث والعشرون: ملخص الدروس التي تم تناولها حول موضوع السطوح.
24. الدرس الرابع والعشرون: ملخص الدروس التي تم تناولها حول موضوع الإظهار الرقمي.
25. الدرس الخامس والعشرون: مراجعة رسومات المشاريع المطلوبة كتحضير للامتحانات
26. الدرس السادس والعشرون: مراجعة رسومات المشاريع المطلوبة وتحضير للامتحانات
27. نهاية الفصل الدراسي الأول

1-3-1-1-2- تنظيم الدورة، والتسجيل في نظم التعلم الإلكتروني

الدورة تستخدم نظم التعلم الإلكتروني "موودل" التابعة للجامعة روما سابينزا (Sapienza’) . حيث كل طالب من خلال جهاز الكمبيوتر أو باستخدام الأجهزة المتوفرة في مختبرات الحاسوب ، يتواصل مع موقع الجامعة http://elearning.uniroma1.it/ ومن ثم يقرأ دليل الطالب وتعليمات التسجيل. خلال الدورة ، النظام موودل يتيح للطالب لتنزيل الوثائق التي يضعها المعلم (النصوص والصور والرسوم والنماذج ثلاثية الأبعاد، ... الخ.)، على التواصل مع المعلم نفسه أو التفاعل في مجموعات النقاش، لتحميل الوثائق للمراجعة، والمشاركة في اختبارات التقييم، وما إلى ذلك.

1-3-1-1-3- أدوات الرسم المطلوبة

من المستحسن ان يكون لدى الطالب كمبيوتر محمول لإجراء التمارين المطلوبة. إذا لم يكن كذلك ، يجوز للطالب أخذ ملاحظات عن الإجراءات والقيام بها في وقت لاحق، حتى باستخدام أجهزة الحاسوب المتوفرة في قاعات التدريس المجهزة لهذا الغرض.

1-3-1-1-2- منتدى طلاب علم الإظهار

جدول 31: صفحة المناقشة في المنصة موودل (Moodl) لمنهاج "أساسيات وتطبيقات الهندسة الوصفية" 2011/2010 المعتمد من قبل البروفسور ريكاردو ميلياري/ جامعة روما سابينزا.

| عنوان المناقشة | الإجابات | فحوى المناقشة | نوع المناقشة |
|---|---|---|---|
| مسألة طباعة | 12 | طريقة التحكم بسمك الخطوط في الصورة المطبوعة | تقنية البرمجيات |
| نمذجة التضاريس | 4 | ما هي الخطوات المتبعة في برنامج Cinema 4D لتحويل صورة تبين تضاريس أرض المشروع إلى نموذج ثلاثي الأبعاد. | تقنية البرمجيات |
| الإكساء (texture) | 1 | كيف تحسين التصيير (Rendering) في حالة استخدام صورة خارجية في عملية اكساء (texture) النماذج | تقنية البرمجيات |
| سطح التغطية | 1 | لإنشاء تغطية للسطح، ما هو نوع الحواف التي يمكن استخدامها | تقنية البرمجيات |
| مواد الإكساء (Texture_Material) | 1 | كيفية إنشاء مكتبة مواد لاكساء النماذج. | تقنية البرمجيات |
| جيب خطي للمجسم | 1 | لم استطع تنفيذ عملية بثق جيب خطي (Linear Poket)، لأنني بمجرد القيام بالعملية، أحصل على الإجابة التالية: المجسم مكون من عدة أجزاء. | تقنية البرمجيات |
| إدراج صورة | 1 | لم أستطع إدراج أكثر من صورة في البرنامج | تقنية البرمجيات |
| نمذجة السياق | 1 | يجب نمذجة ارض المشروع كمجسم صلب (Solid) او كسطح | مفاهيم وصفية |
| مشكلة تحميل ملف | 1 | | تقنية البرمجيات |
| مشكلة عرض الملف DXF | 1 | | تقنية البرمجيات |
| متعدد الأوجه (polyhedro) | 1 | | تقنية البرمجيات |
| مقطع مستوي | | مشكلة تصيير مجسم المقطوع بمستوى ما | تقنية البرمجيات |
| سقف بطيات مستوية بانحدار ثابت | | sloping roof plane with constant slop | مفاهيم وصفية |

1-3-1-1-3- تحليل إحدى دروس برنامج الأستاذ ملياري (الدرس السابع)

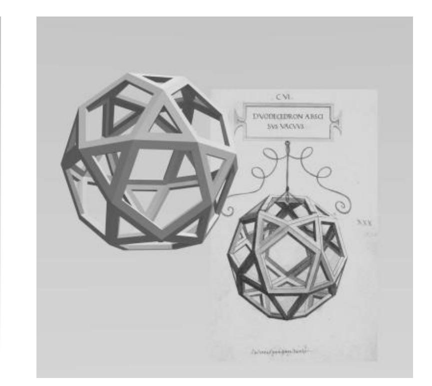
عنوان الدرس: **متعددات الوجوه، وهياكل شبكية (trust)**

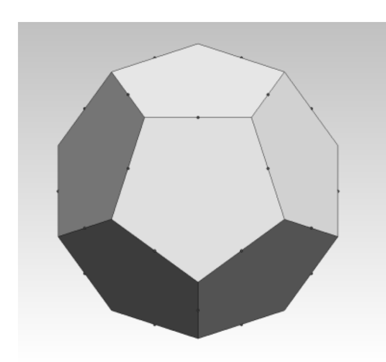
فكرة الدرس تكمن في نسخ لوحة (شكل 108) مأخوذة من أطروحة باتشولي ( Luca Pacioli، عالم رياضيات إيطالي، 1445 -1517) التي نشرت عام 1498 والتي تناولت النسبة الذهبية. العملية المقترحة مقسمة إلى ثلاث مراحل :

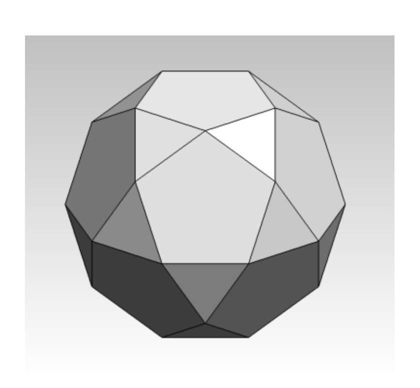
1 - المرحلة الأولى : النمذجة الصلبة (Solid Modeling)

إنشاء الثنعشري السطوح (Dodecahedron)، يمكن أن ينفذ بإتباع الإجراء الموضح في الكتاب

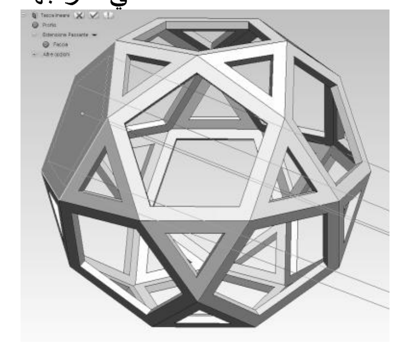
المقرر. بدلاً من ذلك يمكن استخدام النموذج دكسف (DXF) الموجود في القرص المضغوط (CD)؛ او يمكن ادراج واحد المجسمات البدائية (Primitives) الموجودة في مكتبة البرمجية (Cinema 4D). لكن في هذه الحالة ينبغي تحويل النموذج الشبكي (Mesh) إلى نموذج نيربس (Nurbes)، ويمكن القيام بذلك باستخدام البرمجية .Rinoceros ومن ثم استرداده إلى ثينك_ديزاين (Thinkdesign): الذي يمثل برمجية النمذجة المعتمدة في التدريس.

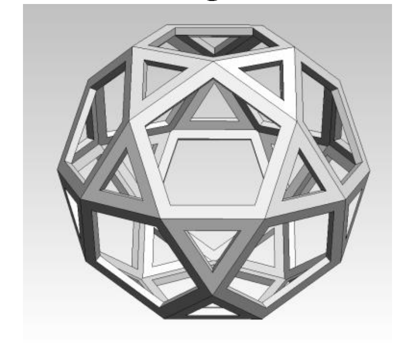


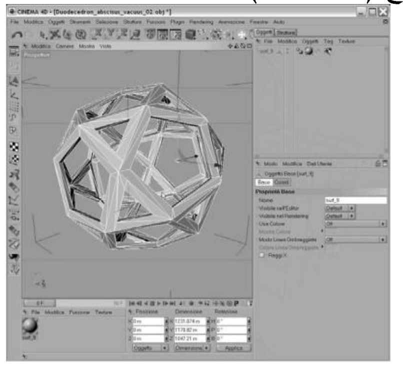




شكل 109 /101/110: هذه النقاط تمثل قمم الاثنا عشري المبتور (icosidodecahedron)، لذا يكفي رسم الخطوط التي تمر بهذه النقاط للحصول على حواف متعدد السطوح (شكل 111)







شكل 112 / 113/ 114: بعض مراحل نمذجة الهيكل الشبكي لمتعدد وجوه، المشارة اليها في محاضرة الاستاذ ميلياري (Corso di geometria descrittivaL prof. Migliari/ Roma Sapeinza) .

أولا يتم تحديد النقاط الوسطية لجميع أضلاع الثنعشري (شكل 109) ومن ثم نصلها بين بعضها البعض للحصول على حواف الثنعشري المبتور (troncated_Dodecahedron)، (شكل 110). هذه الحواف تحدد أوجه الثنعشري المبتور والتي تتكون من مضلعات خماسية ومثلثات متساوية الأضلاع. ثم بواسطة عملية تسمى انبجار (Implode) يتم توليد النموذج الصلب. الذي يفرغ بحيث يترك سماكة تساوي سماكة قضبان الجاملون الشبكي (Trust) المكون النموذج النهائي. يتم ثقب الوجوه باستخدام مناشير قائمة، قاعدة كل منها تكون موازية ومتراكزة (متحد المركز) بالنسبة لمضلع كل وجه (شكل 111). كعملية أخيرة لهذه المرحلة يتم تصدير (Export) هذا النموذج في الامتداد (Filename extension) OBJ.

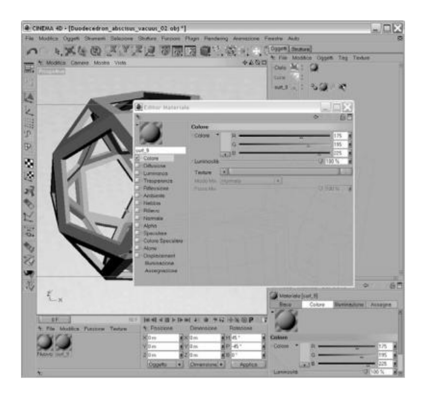
2 - المرحلة الثانية : التظليل (Chiaroscuro)

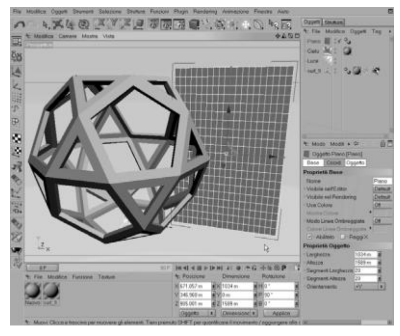
يتم استيراد النموذج OBJ في البرنامج (Cinema 4D) بحث يكون موائم (align) لنظام إحداثيات (UCS) البرنامج ، ومن ثم تتم عملية التحسين ( Optimization) لإزالة الرؤوس المتطابقة وتلك للترصيع (Tessellation). هكذا النموذج يبدو كما في الشكل112.

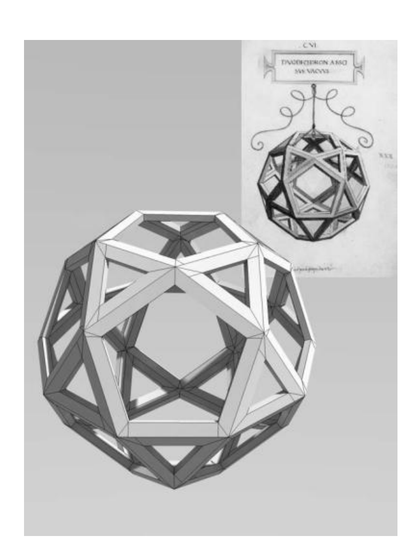
يمكنك تعيين مصدر ضوء بأشعة متوازية بسمت °45 وارتفاع 45. كما هو الحال في نموذج ليوناردو ليس هناك الحاجة لتوليد الظلال الساقطة. يمكن إنشاء خلفية بتدريج رمادي من الأعلى إلى الأسفل. بالنقر المزدوج على مواد نموذج يمكن إعطاءه تشابه إلى نموذج ليوناردو.

يتم رسم مستطيل على المستوى xy بنفس نسبة صورة نموذج ليوناردو. ثم يتم تقويم المستطيل حول محوره x، بزاوية تساوي 90 درجة ثم يتم نقلة أفقيا إلى يمين النموذج كما هو مبين في الشكل 115.

ينبغي التحكم بعملية التصوير ( Shot) .وللقيام بذلك هناك الأوامر اللازمة لادراج الكاميرا وللتكبير وخيارات أخرى لتغيير مجال الرؤيا بهدف الحصول على منظور مشابهة لصورة نموذج ليوناردو (شكل116).







شكل 115، 116، 117: المشهد النهائي للنموذج الثنعشري السطوح وفي الخلفية صورة لنموذج ليوناردو

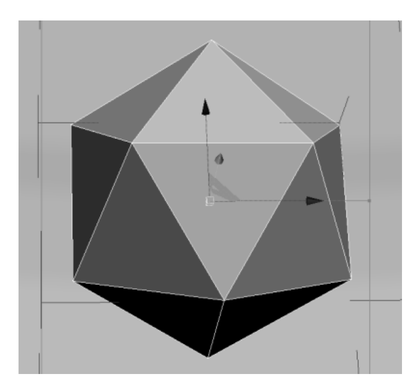
– طريقة سريعة لنمذجة الهياكل الشبكية (Trust structure)
في هذا الفقرة تم شرح الخيارات المتاحة في البرمجية سينما 4D لتوليد الهياكل الشبكية ابتدءا من الكرات الجيوديسية. باختصار نبدأ بإدراج كرة ونعيين عشروني الوجوه (Icosahedron) كنوع للترصيع (tasellazione) (الشكل117). ثم نعيين في خيارات التظليل زاوية صفر من أجل تجنب الاستيفاء (interpolatione) بين الأوجه خلال عملية التظليل.
بزيادة العامل (segment parameter) كل ضلع من العشروني ينقسم ويتم إسقاط الرؤوس على سطح الكرة ، كما هو الحال في تكوينه الأسطح الجيوديسية. القيمة 10 تتوافق مع التردد 2 ، أي ان كل ضلع يقسم إلى قطعتين. القيمة 16 تتوافق مع التردد 3، القيمة 22 مع التردد 4 وهلم جرا. بتطبيق التردد 3

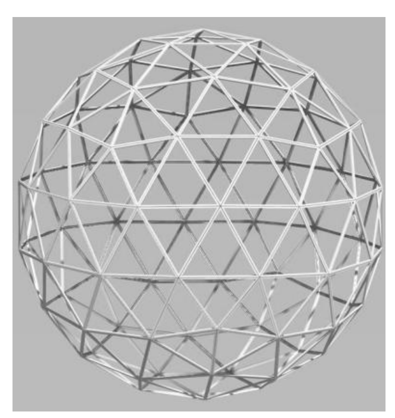
على القبة، الكرة تبدو كما هي في الشكل 118. ثم نحول النموذج الرياضي (Nurbes) إلى نموذج عددي (Mesh) من أجل عزل هيكل الترصيع، الذي يهمنا في هذه الحالة. ثم يتم تطبيق أمر على الكرة يسمح بالحصول على استمرارية بين عناصر الهيكل. بعد شرح كيفية تطبيق العديد من الأوامر والخيارات، الهيكل يبدو الآن كما هو في الشكل 118.

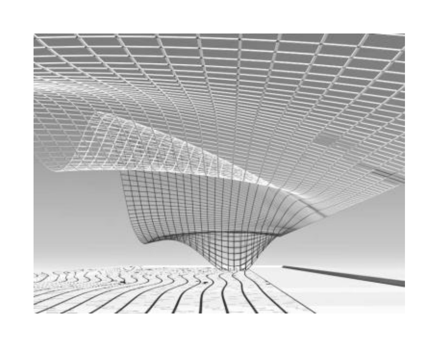
يخلص القول إن أمر البثق ( Extrude) في النمذجة الشبكية ( Mesh) مشابهة للأمر ( shell) في النمذجة الصلبة.

ثم يتم عرض تطبيقات الإجراء السابق على هياكل شبكية حرة الشكل ( Free form) ، بذكر مثال المعرض المعماري في ميلانو للمهندس فوكساس (Fuksas). في هذه الحالة أطوال قضبان الهيكل مختلفة فيما بينها وهذا لا يمثل مشكلة في الإنتاج الصناعي بما أن هناك نماذج مسبقة الصنع باستخدام الحاسب الآلي.

الشكل 119 يظهر مثال لهذه السطوح والتي تم نمذجتها في البرمجية thinkdesign والهيكل تم توليده في سينما (4D).







شكل 118، 119، 120: توليد هياكل شبكية (Trust structure) ابتدءا من الكرات الجيوديسية (Migliari_2005)

## 1-3-2- جامعة معهد ملبورن الملكي للتكنولوجيا/ استراليا

وفقاً لتتصيفات ( THES - QS World University Rankings 2009) تم ترتيب جامعة معهد ملبورن ضمن أول عشرة جامعات أسترالية ، وكأفضل 100 جامعة في العالم بالنسبة لعدد الخريجين الجاهزين للعمل، وهي واحدة من ضمن 20 معهد للتكنولوجيا الأكثر شعبية. وتحظى بسمعة معترف بها دوليا في مجالات الإعلام ، الفن والتصميم والهندسة والتكنولوجيا.

## 1-3-2-1- وصف مقررات الرسم في كلية الهندسة المعمارية في جامعة ملبورن

1-3-2-1-1- الرسم المعماري والإظهار (Architecture_Design_and_Communication)

يتكون من جزئيين وهما التصميم المعماري 1 والإظهار. جزء الإظهار يشمل تدريس لتقنيات الإظهار التقليدية (الإسقاطات المتعامدة والكسنومتري والمنظور) وممارسة للرسم الحر. استخدام الرسم كوسيلة للتحقق ولشرح المفاهيم الأساسية للعمارة ، وكيف يختلف هذا النشاط وفقا لأسلوب الإظهار المستخدم .
جزء التصميم 1 يشمل تعريف العمارة وبناء العلاقات المكانية من خلال عمليات اقتراح ومراجعة التصاميم. دراسة التصاميم لتطوير واختبار قدرات الطالب على تصميم المعماري. وهذا يشمل : تطوير فهم مجموعة مختارة من التقنيات والنظريات التاريخية والمهنية؛ القدرة على دمج هذا الفهم في مقترحات تصميمية؛ تطبيق تقنيات الإظهار اللازمة. منهج الإظهار المعماري يقدم مجموعة من المهارات والتقنيات المستخدمة عادة من قبل المصممين لاستكشاف وتمثيل الأفكار من خلال الرسم المعماري.

1-3-2-1-2- الإظهار المعماري2

الهدف هو اكتساب معرفة متكاملة لبرمجيات الرسم الرئيسية المستخدمة في تمثيل الهندسة المعمارية والتصميم . تطوير المهارات التقنية مجالات مثل: المسح الضوئي ، ومعالجة الصور والطباعة.
إعداد الرسوم والصور والنص للطباعة. انشاء وصياغة الملفات PDF .
رسم الإسقاط ات الافقية والرأسية والمقاطع وطباعتها. نمذجة أشكال حجمية بسيطة. نمذجة أمثلة معمارية. اكتساب وعي نقدي باستخدام رسومات الحاسوب في العمارة كبديل عن الوسائل التقليدية في تمثيل العمارة.

1-3-2-1-3- الإظهار المعماري 3

مهارات في قراءة وإنتاج الإظهارات المعمارية. فهم واسع للأنواع المختلفة من برمجيات الهندسة . الخبرة التقنية اللازمة لإنتاج سلسلة من الرسومات المعمارية. القدرة على إدارة بيئة تعاونية للعمل بالملفات الرقمية.استخدام الأدوات الرقمية كوسيلة خلاقة في مهنة الهندسة المعمارية.

## 1-3-3- جامعة سيدني

تنتمي هذه الجامعة إلى نخبة الجامعات الأسترالية، وتصنف كواحدة من أحسن الجامعات العالمية . في عام 2009 حازت على المركز 36 وفقاً لتصنيف كيو إس ( Times Higher Education-QS World University Rankings).

**1-3-3-1- وصف مقررات الرسم**

1-3-3-1-1- الإظهار المعماري1

في هذه الوحدة الدراسية يتعرف الطلاب على وسائط الاتصال الأساسية المستخدمة لفهم وتصور ، واستكشاف وتوثيق العمارة. وتشمل الرسم الحر، الرسم التقني ، بناء النماذج ، والاتصال اللفظي والكتابي ، والرسوم البيانية والصور الفوتوغرافية. تشجيع الطلاب على استخدام المهارات الفنية من خلال الخبرة في الممارسة استخدام تقنيات الاتصال لتطوير طرق الإظهار من خلال عرض لابنية تاريخية. تعلم توثيق وتفسير نموذج للمبنى بواسطة الأدوات التماثلية (او التقليدية).

1-3-3-1-2- الإظهار المعماري 2

هذه الوحدة تقدم دراسة تجريبية لاستخدامات التكنولوجيا الرقمية في مجال الاتصال المعماري. وتأخذ في الاعتبار مثل الصور، والنمذجة والاتصال اللفظي والكتابي من خلال عمليات محوسبة، وتقنيات إسقاطية. ويقدم البرنامج للطلاب المعرفة في التعامل مع النمذجة الرقمية، واستخدام الإكساء (texture_mapping)، والإضاءة، وتكنولوجيا التصنيع الرقمية (digital fabrication)، وتشجع التطبيقات الإبداعية. واستخدام تقنيات لاتصال لتمثيل وعرض المباني التاريخية. وتوثيق وشرح نموذج المبنى باستخدام الوسائل الرقمية.

1-3-3-1-3- الإظهار المعماري 3

هذه الوحدة تعزز معرفة التقنيات والاستراتيجيات المتاحة لإظهار العمارة، النمذجة ومفاهيم المحاكاة الحركية. التعريف ببرامج الاتصال وبتبادل قاعدة البيانات المستخدمة لمحاكاة وتوثيق العمارة. استخدام مجموعة من التقنيات والإجراءات الهجينة . تعزيز تصميم مسار تكنولوجي للاتصال وعرض مشاريع التصميم. توثيق وشرح وإنشاء النماذج من خلال مجموعة متنوعة من الأدوات.

**1-3-4- جامعة كورنيل**

تعتبر جامعة كورنيل من أعرق الجامعات الأمريكية ، وقد حاز 40 شخصا، ممن كان ولا زال لديهم ارتباط بالجامعة على جوائز نوبل في كافة المجالات . كورنيل صنفت دائما من بين أفضل خمس عشرة جامعة في العالم. حازت على المرتبة 14 في 2010 في الترتيب العالمي للتعليم العالي ( Times Higher Education World University Rankings).

### 1-3-4-1- وصف مقررات الرسم

تتضمن هذه الفئة المقررات التي تستخدم وسائل الإظهار المناسبة، بما في ذلك الرسم اليدوي وتكنولوجيا الحاسب الآلي التي تساعد على فهم العناصر الشكلية الأساسية في كل مرحلة من مراحل الرسم والنمذجة والتصميم.

1-3-4-1- 1- الرسم 1

الرسم الحر: الرسم اليدوي كوسيلة للتفكير والتصور التصميمي. للتحقق والتحليل، ولتطوير الكفاءة الإبداعية باستخدام طرق الإظهار وخصوصاً الإسقاطات المتعامدة.

1-3-4-1- 2- الرسم 2

أنظمة الرسم ( Drawing Systems)(Link: مفاهيم وطرق الإظهار المستخدمة في المعمارية. الإسقاط المتعامدة ، والإسقاط المتوازي، والمنظور والظل والتظليل، وسمك الخطوط . هذه الدورة هي الثانية من سلسلة من أربع دورات رسم. على عكس دورة الرسم 1، الذي تعتمد أساسا على الرسم الحر، هذه الدورة تعتمد في المقام الأول على الرسم التقني، بحيث يتم معظم العمل باستخدام الأدوات التقليدية. ومع ذلك ، هناك استمرارية في تشجيع الطلاب على تطوير مهارات الرسم الحر كوسيلة للتصور والتعبير عن الأشكال ومفاهيم الفراغ الهندسي. وتركز الدورة على تنمية مهارات الرسم والتقنيات التقليدية، واستخدام أدوات الرسم والمعدات لتنمية الإدراك والفهم التحليلي للفراغ من خلال الرسوم. وبالإضافة إلى الرسم ثنائي الأبعاد (الخطة، والواجهة والمقاطع) تتناول هذه الدورة تقنيات الإظهار ثلاثي الأبعاد (المنظور، الأكسنومتري العمودية والمائلة)، التي تمثل الأساس لسلسلة من التدريبات التصور المكاني ( spatial visualization).

1-3-4-1- 3- الرسم 3

الرسم الرقمي، كلتا العمليتين التقليدية والرقمية للهندسة المعمارية تعطي القدرة على التحقق، واظهار الأفكار. ومع ذلك، اعتبر الكمبيوتر لفترة طويلة أداة مساعدة للإنتاج، وفقط في الآونة الأخيرة اقتنع به المعماريين كأداة للتصميم، وللإمكانية التي يتيحها للتحقق من الفراغ المعماري باستراتيجيات جديدة. هذا المقرر يركز على محاكاة العمارة وإظهارها بشكل طبيعي. وتستخدام الكمبيوتر لتواصل الأفكار الفراغية. خيارات الإدخال والإخراج تساهم بشكل مباشر في منهجية انشاء الفراغ الافتراضي. يبدأ من خلال استكشاف أساليب مختلفة للتعامل مع الصور المنقطة الثابتة ( Raster)، وتوسيع نطاق للتعامل مع الصور المتحركة. ويركز على النمذجة ثلاثية الأبعاد و إمكانات التفاعل بين برمجيات الرسم المختلفة.

## 1-3-5- جامعة كارنيجي ميلون

في 2010 حازت جامعة كارنيجي ميلون على المرتبة 23 من بين جامعات الولايات المتحدة وفقا للتصنيف (US News and World Report) والمركز 20 من قبل التايمز للتعليم العالي العالمي ( Times Higher Education World University Rankings) ، وعلى المركز 34 وفقاً التصنيف العالمي ( QS World University Rankings).

### 1-3-5-1- وصف المقررات:

1-3-5-1-1- الوسائط الرقمية (Introduction to Digital Media I/II)

يتناول المقرر فرص وحدود وسائل الإعلام الرقمية وتقنياتها في مجالات التصميم والإظهار المعماري. والأهم من ذلك ماذا ستكون عواقب تفشي استخدامها وكيف ستؤثر على العمارة في المستقبل القريب؟. مقرر الوسائط الرقمية يركز على الفهم النقدي لقضايا مثل التصور، النمذجة الأولية ( prototyping)، والمحاكاة الهيكلية (structural_simulations)، وكذلك مفاهيم الإظهار الهندسي، وكيف يمكن استخدام هذه الأدوات في مجالات الابتكار في عمليات التصميم المعماري . الوسائط الرقمية 1و2 مادة اساسية لجميع طلاب السنة الأولى للهندسة المعمارية، تتناول مجموعة واسعة من الأساليب والمفاهيم الرقمية لتمثيل وتصميم وتوثيق العمارة. البرنامج الدراسي يشمل مواضيع مثل تحرير الصور الرقمية، الإظهار الرسومي، والنمذجة ثلاثية الأبعاد. الوسائط الرقمية 2، يعرف الطلاب على مشاكل قياس وعملية الإنشاءات الهندسية .ويغطي المساق موضوعات متعلقة بالرسم الرقمي، والنمذجة متقدمة ثلاثية الأبعاد.

1-3-5-1-2- الاتصال المعماري

المقرر يواجهه دراسة تجريبية للتكنولوجيا الرقمية في الاتصال المعمارية . حيث يأخذ في الاعتبار مواضيع مثل الصور، والنمذجة ، والاتصال اللفظي والكتابي من خلال عمليات بمساعدة الحاسوب، واجهات وتقنيات إسقاطية .ويزود الطلبة بالمعرفة الرقمية في الرسم والنمذجة، والاكساء ( mapping) ، والإضاءة، والتصيير (Rendering) . استخدام تقنيات الرقمية من أجل إظهار عمارة تاريخية. 6 ساعات أسبوعية.

1-3-5-1-3- الرسم المعماري (Architectural Drawing I – A Tactile Foundation)

تنقسم هذه الدورة إلى ثلاث أجزاء. وتتكون من ممارسة رسم المنظور داخل وخارج الصف. يتم تعيين الواجبات وفقاً للنص المقرر : "التصور والرسم (Drawing and Perceiving) للمؤلف (John Wiley) . ويركز الجزء الأول من المقرر على الكفاف الظاهر (apparent contour) ، والجزء الثاني على الأحجام، والجزء الثالث على التكتيل (massa). الهياكل بعناصر موازية. في الجزء الثالث من الدورة يتم مراجعة الأجزاء السابقة، فضلا عن التطبيق المباشر لدراسة المشاريع المطلوبة. يتم إدخال المواضيع من خلال رسم الأشكال الهندسية ثم في الدروس اللاحقة يتم عرض تطبيقاتها في مجال العمارة. نهج كل واحد من

هذه الأجزاء، يعتمد على أعمال كيمون نيكولايدس ( Kimon Nicholaides) كما ورد في كتابه " الطريقة الطبيعية للرسم ( the Natural Way to Draw). وتنظم الدورة في فترة من الزمن تتراوح بين ثلاثة إلى أربعة أسابيع.

1-3-5-1-4- الرسم المعماري 2 (Architectural Drawing I –Appearance)

فهم قواعد الرسم كنقطة انطلاق لفهم قواعد التصميم المعماري. موضوعات المقرر تشمل : 1- المنظور بالرسم الحر، 2 -الظلال والتظليل و 3- الكياروسكورو (Chiaroscuro) والرسم بألوان الباستيل.

1-3-5-1-5- هندسة وصفية

هذا المقرر يتناول حل المسائل الهندسية ثلاثية الأبعاد بواسطة الرسم اليدوي باستخدام أدوات الرسم التقليدية (المسطرة والفرجار). يشمل هذا المساق المفاهيم الأساسية للهندسة وصفية، وحل المسائل يشمل الخطوط والمستويات في الفراغ وعلاقاتها المكانية، عمليات التدوير في الفراغ، وتحديد النقاط، وحالات التماس على الأشكال الصلبة والأسطح؛ تقاطع بين المجسمات، الظلال والتظليل، المناظير (perspectives) وعمليات إفراد الأسطح (development of surfaces). LINK

1-3-5-1-6- أدوات رقمية

هذا المقرر يتناول تحليل للتكنولوجيات المتاحة في مختبر جامعة كارنيجي ميلون. حيث يبدأ الطلاب في فهم حدود الأدوات والمعدات والأهداف والمفاهيم ، والاحتمالات التي تنشأ من الفهم الكامل لوظيفة هذه الأدوات. ويستند المقرر على فكرة إنشاء أشكال هندسية معقدة لفهم حدود الأدوات. ومحاولة التغلب عليها بطرق التصنيع والتجهيز الرقمية. المطلوب: خيال واسع، القطع بالليزر ( Laser Cutting)، و التفريز (milling) و النمذجة ثلاثية الأبعاد ( البرنامج المستخدم رينوسيروس (Rhinoceros)).

**1-3-6- جامعة سان فرانسيسكو**

في 2007، تلقت جامعة أكاديمية الفنون الاعتماد الإقليمية من الرابطة الغربية للمدارس والكليات (WASC)، واحدة من اللجان الرئيسية المعترف بها من قبل وزارة التربية والتعليم. البرامج التي تقدمها الأكاديمية معتمدة أيضاً على الصعيد الوطني من قبل الرابطة الوطنية للمدارس للفنون والتصميم (NASAD) وهي عضو مؤسسي للرابطة الكليات المهنية ( CCA)، ومن مجلس التعليم العالي ( CHEA). بالاضافة الى ان جامعة أكاديمية الفنون موصى بها من التعليم العالي السعودي، تأسست سنة 1929 .عدد الطلاب والطالبات الملتحقين بها سنويا 11205. تقع جامعة أكاديمية الفنون في قلب مدينة سان فرانسيسكو وهي المدينة المثالية لظهور الفنانين والمصممين.

**1-3-6-1- وصف مقررات الرسم**

**1-3-6-1-1-** غرفة الرسم (The Drawing Room)

الإسقاطات ( Projection): هذا المساق يشمل المفاهيم الأساسية للإظهارات الهندسية ثنائية وثلاثية الأبعاد. وتستخدم وسائل الاتصال المختلفة لتمثيل الأشكال المعمارية والأشكال الهندسية .حيث يبدأ الطلاب في تعلم التصميم المعماري من خلال عملية التمثيل البصري لأفكارهم الإبداعية.

**1-3-6-1-** 2- وسائل الاتصال (Form & Canvas،Media Development: Space )

الأشكال والفراغ وتأثيرات الألوان، الإنسان وتفاعله البصري مع البيئة المادية . المساق يتناول الأنساق المكانية والعناصر الرئيسية للمشروع. حيث سيقوم الطلاب برسم وطلاء، وبناء أشكال بالنسبة لمنظور المشاهد، وعكس علاقته مع البيئة.

**1-3-6-1-** 3- رسومات الحاسوب (Computer Graphics)

هذا المساق يستخدم الكمبيوتر في بث مفاهيم وتقنيات نمذجة التصميمات المعمارية وكيف هذا يدعم ويعزز عملية التصميم، والتفكير ، ونظم تكامل الوثائق. ويشمل المساق ( :The Digital World BIM and Computer Graphics) الذي يستخدم الكمبيوتر في بث مفاهيم وتقنيات نمذجة معلومات التصميم المعماري ( Building Information Modeling: ) وكيف BIM يدعم ويعزز عملية التصميم، والتفكير ، ونظم تكامل الوثائق.

**1-3-7- جامعة هونغ كونغ**

في عام 2008 احتلت الجامعة المرتبة 26 عالمياً وفقاً للتايمز التعليم العالي (-Times Higher Education QS World University Rankings) ، مما جعلها ثالث أفضل جامعة في آسيا (بعد جامعة طوكيو وجامعة كيوتو). وفي عام 2009، احتلت المرتبة الأولى آسيوياً.

**1-3-7- 1- وصف مقررات الرسم**

1-3-7- 1- 1- الاتصال البصري (Visual communications)

المقرر مقسم إلى أربع دورات. يبدأ في ممارسة الرسم الحر ولكنة يركز على الرسومات ثنائية الأبعاد باستخدام الكمبيوتر وإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد باستخدام قاطع الليزر. وينتهي المقرر بعرض عمل الخبرة الدراسية برمتها في صورة تعليمية واحدة . **الجزء الثاني** من المقرر يتعلق بموضوع الكولاج، التحقق من أساليب العمل والتعامل مع المعلومات البصرية. مجموعة متنوعة من البرامج تستخدم لربط

صور، رسومات، وجمعها معاً باستخدام العديد من تقنيات المعالجة الرقمية . يتم استكشاف الجرافيك كوسيلة لوصف فراغ مرئي من خلال تنظيم مجموعة من العناصر بشكل منطقي واضح.

**الجزء الثالث** من المقرر يتناول طرق التصنيع. التعامل والتحكم بنظم المعلومات الجغرافية ( GIS: Geographic information system). (موجوروفيتش 2011) حيث تطوير المزيد من المعلومات من خلال وضع نماذج حاسوبية ثلاثية الأبعاد بدرجة عالية من الدقة. إنشاء نماذج حقيقية باستخدام سلسلة من معدات تصنيع محوسبة، بما في ذلك آلة التفريز (milling machine) ، وطابعة ليزر بمقياس ورق كبير، وطابعة ثلاثية الأبعاد (Printer 3D) [60] لإنتاج نماذج بمادة الصمغ (Resin). الهدف النهائي هو إنشاء نموذج مادي بدرجة عالية من الدقة.

**الجزء الرابع** من مقرر الاتصال المرئي، يتناول موضوع المؤثرات الحركية ( Animation)، ويدرس التقنيات المرتبطة بسرد العمارة. ابتدءا من نمذجة فراغات معمارية، مع التركيز على إنتاج نماذج ثلاثي الأبعاد ذات هندسة معقدة من أجل التحقق من الوقت اللازم لانشاءها وتصييرها ( Rendering). المشروع النهائي يتكون من عرض لمشروع معماري باستخدام الحركة كأداة للتحليل والتصميم.

1-3-7- 1- 2- الوسائط الرقمية (digital media in architecture)

المساق يتناول النمذجة البرامترية ( Parametric modelling) كوسيلة للتدريب وبناء الأشكال المعمارية. بدلاً من نمذجة المجسمات بشكل فردي، وتركز الدورة على العلاقات بين العناصر لوصف الفراغ بواسطة عملية برمجة نصية ( Scripting). وتستخدم تقنيات التصنيع الرقمية ( Digital fabrication techniques) لإخراج النموذج بطريقة تمكن بمعالجته بدقة او تجميعه بشكل منطقي.

## ***ملحق 2- الاستبيان حول فاعلية استخدام الفراغ الافتراضي في تدريس مقرر الهندسة الوصفية***

تم تعبئ الاستبيان من قبل 52 شخص، معظمهم من المعماريين أو من طلاب العمارية، 10 ٪ من طلاب السنوات الأولى والثانية ، 37 ٪ مسجلين في الثالثة والرابعة أو الخامسة 27 ٪ معماريين بخبرة أقل من 5 سنوات، و 15 ٪ معماريين بخبرة أكثر من خمس سنوات، و 4 ٪ مدرسين مواد الرسم أو التصميم. تقريبا معظم الاشخاص خريجي الجامعات الأردنية و 29 ٪ منهم الجامعة الأردنية.

### ***2-1- أسئلة الاستبيان***

1. السؤال الأول ( Q1): في ضوء حقيقة أنه بمجرد وجود نموذج ثلاثي الأبعاد، يمكن توليد الإظهارات الهندسية المختلفة (منظور، أكسنومتري، إسقاطات متعامدة) بشكل تقريباً تلقائي. وفقاً لهذه الحقيقة هل تعتقد انه من المناسب توجيه تدريس الهندسة الوصفية إلى مجال النمذجة ثلاثية الأبعاد (3D Modeling) ؟.

2. السؤال الثاني (Q2): نظرا لأهمية الهندسة الوصفية في فهم قواعد الفراغ، هل تفضل تعلم الهندسة الوصفية باستخدام أدوات الرسم الرقمية (برمجيات الكاد)؟.
3. السؤال الثالث ( Q3):هل تعتقد أن المنهاج الحالي لمادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية غير معاصر بالنسبة للإمكانيات التي تتيحها برمجيات الرسم الرقمية (CAD) ؟.
4. السؤال الرابع (Q4): هل تعتقد أن تفاعلية المؤثرات الحركية ( Animations) يمكن ان يكون عامل مهم في زيادة تركيز طالب الهندسة في تعلم مادة الهندسة الوصفية؟
5. السؤال الخامس ( Q5): هل تشعر بالرهبة والخوف عندما تتعامل مع برمجيات الرسم الرقمي ؟، ولذلك تفضل الرسم الهندسي بالمسطرة والفرجار.
6. السؤال السادس (Q6): في حالة تدريس مادة الرسم الهندسي باستخدام الكومبيوتر، هل تعتقد أن تعدد أوامر وخيارات برامج الرسم الرقمي يمكن أن يمثل عامل مهم في صرف الانتباه والإرباك.
7. السؤال (Q7): لإظهار الفكرة الأولية لحالة فراغية معينة، أي من تقنيات الرسم التالية تستخدم؟.
8. السؤال الثامن (Q8): هل تعتقد أن الرسم اليدوي (مسطرة وفرجار ) يمكن ان يكون مفيد كنهج أولي للممارسة الرسم في السنوات الأولى لطلاب الهندسة ؟.
9. السؤال التاسع (Q8): لمناقشة فكرة فراغية معينة بواسطة الرسم الحر، من بين أساليب الإظهار الهندسي (منظور، أكسونومتري، إسقاطات متعامدة)، هل تستخدم المنظور (Perspective ) ؟.
10. السؤال (Q10): اختيار واحدة من الإجابات التالية للإشارة إلى حالتك الدراسية او المهنية.

أسئلة إضافية لم يتم إدراجها في الاستبيان:

- خلال عملية التصميم هل تستخدم النمذجة ثلاثية الأبعاد للتحقق من فكرة فراغية معينة.
- أثناء مراحل عملية التصميم ، هل تشعر أن هناك الحاجة إلى مقرر دراسي يشمل تطبيقات الهندسة الوصفية في النمذجة ثلاثية الأبعاد.

جدول 32: ترميز الاستبيان بهدف تحليل البيانات في البرمجية ايكسيل (Excel)

| Date | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 | Q7 | Q8 | Q8 | Q10 | Q11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4/12/2011 15:25:35 | Y | Y | Y | - | - | Y | - | - | - | - | |
| 4/13/2011 14:01:27 | Y | Y | Y | Y | N | Y | F+3D | - | - | Arch-5 | |
| 4/13/2011 14:33:34 | Y | Y | Y | Y | N | N | 3D | - | - | Arch+5 | |
| 4/13/2011 14:42:45 | Y | Y | Y | D | N | Y | F+3D | - | - | | |
| 4/13/2011 16:42:11 | N | Y | D | D | N | N | F+3D | - | - | Arch+5 | |
| 4/13/2011 23:56:54 | D | Y | Y | Y | N | N | 3D | - | - | STD+3 | JU |
| 4/14/2011 10:25:34 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+3D | Y | Y | Arch-5 | JU |
| 4/14/2011 11:13:30 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+3D | N | Y | Arch-5 | PU |
| 4/14/2011 11:15:17 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+3D | N | Y | Arch-5 | PU |
| 4/14/2011 11:51:29 | Y | Y | Y | Y | N | N | 3D | N | N | TCH | RU |
| 4/14/2011 12:08:45 | Y | Y | Y | Y | N | Y | F+T | Y | Y | Arch+5 | AC |
| 4/14/2011 12:21:42 | Y | Y | N | Y | N | N | F+T | Y | Y | Arch-5 | TTU |
| 4/14/2011 12:28:20 | Y | Y | N | Y | N | N | F+T | Y | Y | Arch+5 | JU |
| 4/14/2011 12:43:19 | Y | N | N | Y | N | N | F+2D | Y | Y | Arch+5 | JU |
| 4/14/2011 13:30:35 | Y | Y | D | Y | Y | Y | F+T2D | Y | Y | STD-3 | JU |
| 4/14/2011 13:46:25 | Y | Y | D | Y | N | N | F+2D | Y | Y | Arch+5 | JU |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4/15/2011 0:27:03 | D | Y | N | Y | N | N | F+3D | Y | Y | STD+3 | MU |
| 4/15/2011 2:17:35 | Y | Y | Y | N | N | N | F+3D | Y | Y | Arch-5 | BAU |
| 4/15/2011 6:02:34 | | Y | Y | Y | N | Y | F+3D | Y | Y | STD+3 | |
| 4/15/2011 8:59:48 | Y | Y | D | N | N | Y | F+T2D | Y | N | STD+3 | MU |
| 4/15/2011 10:19:17 | Y | Y | Y | Y | Y | D | F+2D | Y | Y | STD+3 | BAU |
| 4/15/2011 17:55:58 | Y | Y | N | Y | N | Y | F+3D | | | Arch+5 | |
| | | | | | | | | | | | |
| 4/16/2011 1:19:52 | Y | N | N | Y | Y | Y | F+T2D | Y | N | STD+3 | BAU |
| 4/16/2011 18:18:57 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+2D | Y | Y | STD+3 | AABU |
| 4/16/2011 18:23:50 | Y | Y | Y | Y | Y | Y | F+T2D | Y | Y | STD-3 | AABU |
| 4/16/2011 18:33:21 | Y | Y | Y | Y | N | Y | 3D | Y | Y | STD+3 | AABU |
| 4/16/2011 18:33:21 | N | N | Y | Y | N | N | F+3D | Y | N | STD+3 | Ju |
| 4/16/2011 18:34:29 | N | N | Y | N | N | Y | F+3D | N | Y | STD-3 | JU |
| 4/16/2011 19:34:45 | N | N | Y | N | N | N | F+T2D | Y | Y | STD+3 | JU |
| 4/17/2011 0:35:14 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+2D | Y | Y | STD+3 | AABU |
| 4/17/2011 1:02:41 | Y | Y | Y | Y | N | N | 3D | N | Y | STD+3 | AABU |
| 4/17/2011 10:27:59 | N | N | N | Y | Y | Y | F+3D | Y | Y | Arch-5 | JU |
| 4/17/2011 12:43:51 | Y | Y | Y | Y | N | Y | F+T2D | Y | Y | Arch-5 | |
| 4/18/2011 0:59:07 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+3D | N | N | Arch+5 | DU |
| 4/18/2011 5:02:55 | Y | Y | Y | Y | N | N | 3D | Y | NL | STD+3 | MU |
| 4/18/2011 12:01:25 | D | Y | N | Y | N | N | 3D | N | N | STD+3 | JU |
| 4/18/2011 19:14:19 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+3D | | | Arch-5 | |
| 4/18/2011 23:20:57 | Y | Y | Y | Y | D | N | 3D | N | NL | Arch-5 | |
| 4/19/2011 11:22:57 | Y | Y | Y | Y | N | N | 3D | N | N | Arch-5 | |
| 4/19/2011 15:04:02 | Y | Y | Y | Y | Y | N | F+T2D | Y | NL | STD-3 | MU |
| 4/19/2011 21:36:10 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+3D | Y | Y | Arch-5 | PU |
| 4/21/2011 8:23:42 | Y | Y | Y | | N | N | F+3D | | Y | STD+3 | |
| 4/23/2011 8:02:37 | N | Y | D | Y | N | Y | F+3D | Y | N | STD-3 | |
| 4/25/2011 17:57:49 | Y | Y | Y | Y | N | Y | F+3D | Y | Y | Arch-5 | HI |
| 4/25/2011 18:00:15 | Y | Y | Y | Y | N | Y | F+3D | Y | Y | Arch-5 | HI |
| 4/28/2011 18:28:19 | Y | D | Y | N | N | N | F+3D | Y | Y | STD+3 | JU |
| 4/29/2011 16:45:25 | Y | Y | Y | Y | N | Y | F+2D | Y | N | STD+3 | GJU |
| 4/29/2011 18:12:08 | Y | Y | N | Y | N | N | 3D | Y | Y | STD+3 | MU |
| 5/4/2011 21:00:54 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+3D | Y | Y | TCH | DU |
| 5/7/2011 23:11:46 | Y | Y | Y | Y | N | N | F+3D | Y | N | STD+3 | TU |

## 2-2- قائمة الرموز

| | |
|---|---|
| Y | إجابة تأكيد |
| N | إجابة نفي |
| D | إجابة عدم معرفة |
| NL | إجابة لاشيء مما ذكر |
| STD-3 | طالب هندسة مسجل سنة أولى أو ثانية |
| STD+3 | طالب هندسة مسجل في السنة الثالثة او الرابعة او الخامسة |
| Arch-5 | مهندس بخبرة اقل من خمسة سنوات |
| Arch+5 | هندس بخبرة أكثر من خمس سنوات |
| TCH | مدرس لمادة الرسم الهندسي او التصميم |

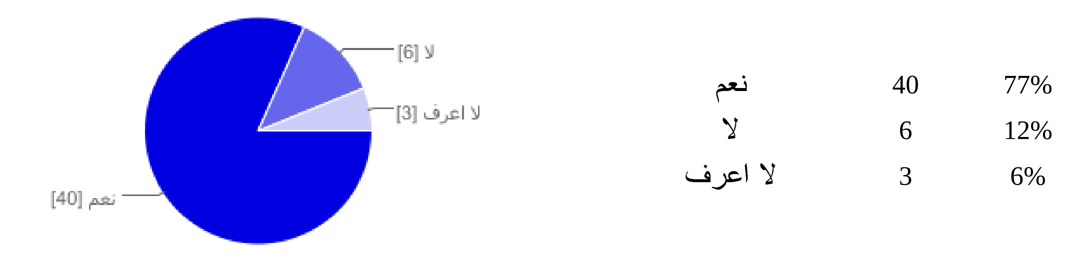
| F+T | الرسم الحر ومن ثم الرسم اليدوي بالمسطرة والفرجار |
|---|---|
| F+2D | الرسم الحر ومن ثم الرسم الرقمي ثنائي الابعاد (Free hand + 2d drawing) |
| F+3D | الرسم الحر ومن ثم النمذجة ثلاثية الأبعاد (Freehand + 3D Modeling) |
| 3D | النمذجة ثلاثية الأبعاد (3D Modeling) |

## 2-3- النص التفصيلي لأسئلة الاستبيان والنسب المئوية للأجوبة

ويمكن أيضا مشاهدة نتائج الاستبيان بزيارة الرابط التالي:

https://spreadsheets.google.com/viewform?formkey=dDl3TFN2VC1HUE5ONGkyV1prb29YckE6MQ

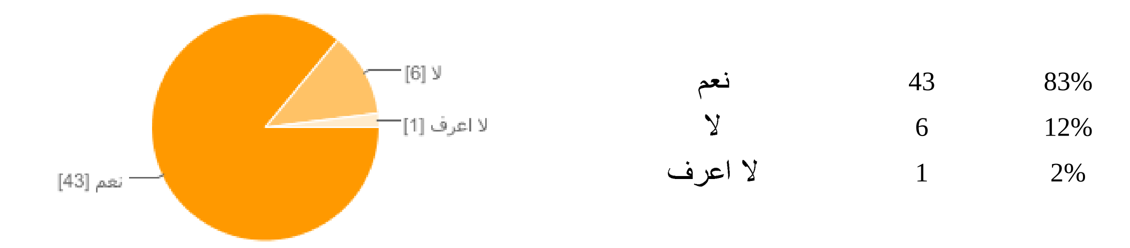
السؤال الأول: في ضوء حقيقة أنه بمجرد وجود نموذج ثلاثي الأبعاد، يمكن توليد الإظهارات الهندسية المختلفة (منظور، اكسونومتري، إسقاطات متعامدة) بشكل تقريباً تلقائي. وفقاً لهذه الحقيقة هل تعتقد انه من المناسب توجيه تدريس الهندسة الوصفية إلى مجال النمذجة ثلاثية الأبعاد ( Modeling 3D) ؟.




| نعم | 40 | 77% |
|---|---|---|
| لا | 6 | 12% |
| لا اعرف | 3 | 6% |

-

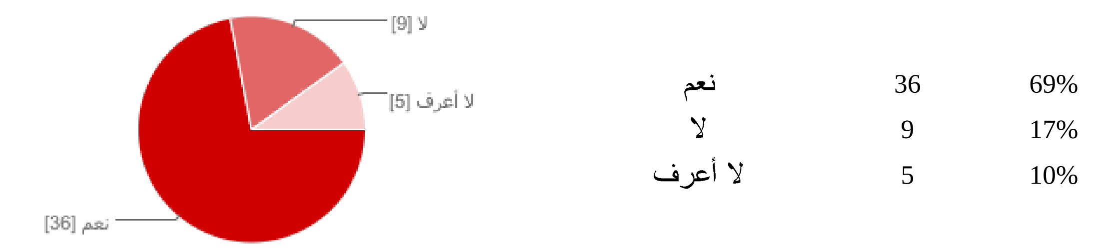
السؤال الثاني: نظرا لأهمية الهندسة الوصفية في فهم قواعد الفراغ، هل تفضل تعلم الهندسة الوصفية باستخدام أدوات الرسم الرقمية (برمجيات الكاد)؟.




| نعم | 43 | 83% |
|---|---|---|
| لا | 6 | 12% |
| لا اعرف | 1 | 2% |

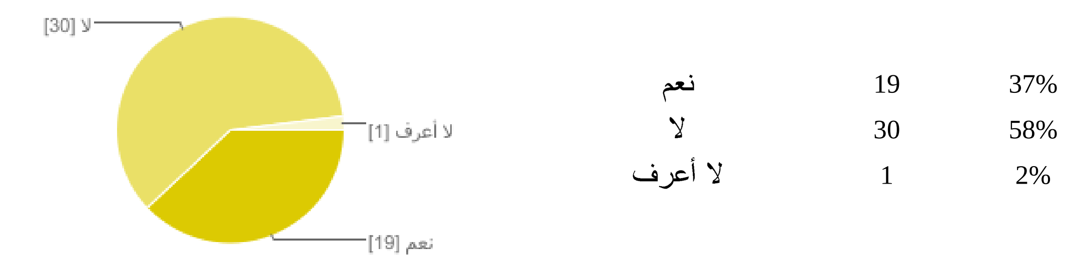
-

السؤال الثالث: هل تعتقد أن المنهاج الحالي لمادة الرسم الهندسي والهندسة الوصفية غير معاصر بالنسبة للإمكانيات التي تتيحها برمجيات الرسم الرقمية (CAD) ؟.




| نعم | 36 | 69% |
|---|---|---|
| لا | 9 | 17% |
| لا أعرف | 5 | 10% |

السؤال الرابع: في حالة تدريس مادة الرسم الهندسي باستخدام الكومبيوتر، هل تعتقد أن تعدد أوامر وخيارات برامج الرسم الرقمي يمكن أن يمثل عامل مهم في صرف الانتباه والإرباك.



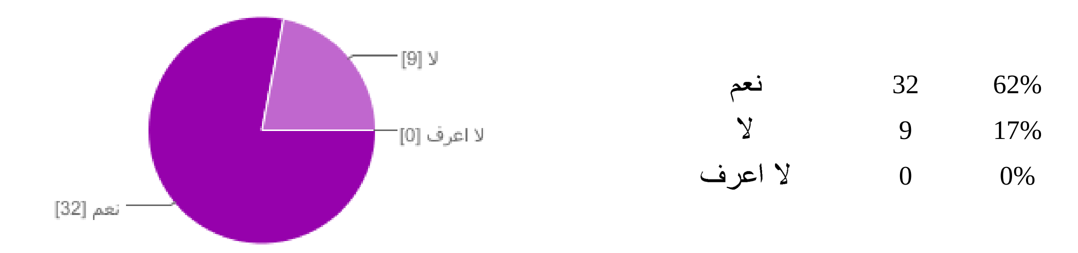

| | | |
|---|---|---|
| نعم | 19 | 37% |
| لا | 30 | 58% |
| لا أعرف | 1 | 2% |

السؤال الخامس: هل تشعر بالرهبة والخوف عندما تتعامل مع برمجيات الرسم الرقمي ؟، ولذلك تفضل الرسم الهندسي بالمسطرة والفرجار.



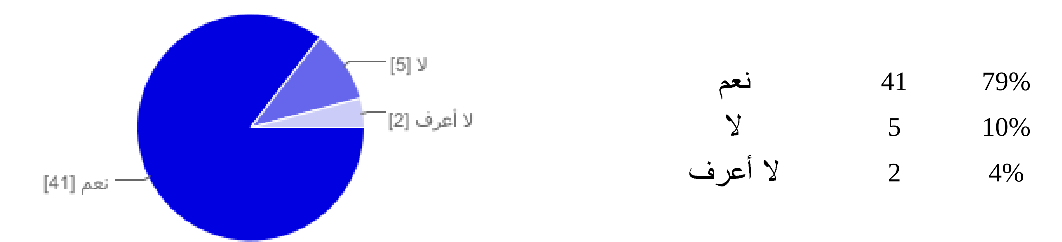

| | | |
|---|---|---|
| نعم | 6 | 12% |
| لا | 42 | 81% |
| لا أعرف | 1 | 2% |

السؤال السادس: هل تعتقد أن الرسم اليدوي (مسطرة وفرجار ) يمكن ان يكون مفيد كنهج أولي للممارسة الرسم في السنوات الأولى لطلاب الهندسة ؟.



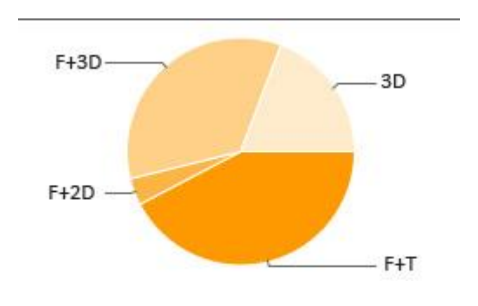

| | | |
|---|---|---|
| نعم | 32 | 62% |
| لا | 9 | 17% |
| لا اعرف | 0 | 0% |

السؤال السابع: هل تعتقد أن تفاعلية المؤثرات الحركية ( Animations) يمكن ان يكون عامل مهم في زيادة تركيز طالب الهندسة في تعلم مادة الهندسة الوصفية؟



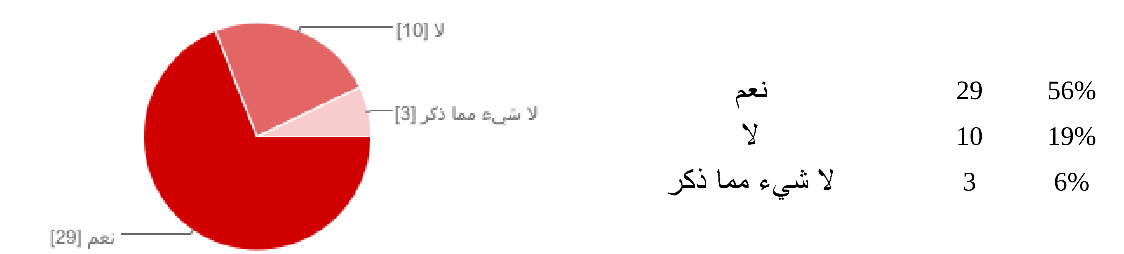

| | | |
|---|---|---|
| نعم | 41 | 79% |
| لا | 5 | 10% |
| لا أعرف | 2 | 4% |

السؤال الثامن: لإظهار الفكرة الأولية لحالة فراغية معينة، أي من تقنيات الرسم التالية تستخدم ؟.



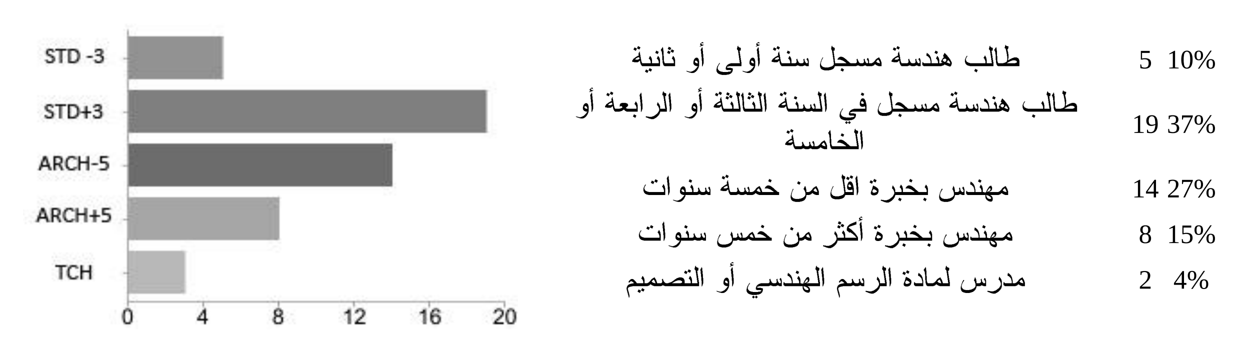

| | | |
|---|---|---|
| الرسم الحر ومن ثم الرسم اليدوي بالمسطرة والفرجار | 10 | 19% |
| الرسم الحر ومن ثم الرسم الرقمي ثنائي الأبعاد (Free hand + 2d drawing) | 1 | 2% |
| الرسم الحر ومن ثم النمذجة ثلاثية الأبعاد (Freehand + 3D Modeling) | 9 | 17% |
| النمذجة ثلاثية الأبعاد (3D Modeling) | 5 | 10% |

السؤال التاسع (Q9): لمناقشة فكرة فراغية معينة بواسطة الرسم الحر، من بين أساليب الإظهار




| | | |
|---|---|---|
| نعم | 29 | 56% |
| لا | 10 | 19% |
| لا شيء مما ذكر | 3 | 6% |

السؤال العاشر: اختيار واحدة من الإجابات التالية للإشارة إلى حالتك الدراسية أو المهنية.




| | | |
|---|---|---|
| طالب هندسة مسجل سنة أولى أو ثانية | 5 | 10% |
| طالب هندسة مسجل في السنة الثالثة أو الرابعة أو الخامسة | 19 | 37% |
| مهندس بخبرة اقل من خمسة سنوات | 14 | 27% |
| مهندس بخبرة أكثر من خمس سنوات | 8 | 15% |
| مدرس لمادة الرسم الهندسي أو التصميم | 2 | 4% |

## 2-4- اسم الجامعة وكلية التخصص

جدول 33: رموز الجامعات حيث درس الأشخاص المشاركون في تعبئة الاستبيان

| JU | الجامعة الأردنية | TU | جامعة التبسي (الجزائر) |
|---|---|---|---|
| TTU | جامعة الطفيلة التقني | AABU | جامعة آل البيت |
| MU | جامعة مؤتة | AC | كلية عمان للمهن الهندسية |
| BAU | جامعة البلقاء التطبيقية | HI | المعهد العالي للهندسة / مصر |
| DU | جامع دمشق | MU | جامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا |
| PU | جامعة فيلادلفيا | SU | جامعة روما سابينزا |
| GJU | الجامعة الألمانية الأردنية | ANU | جامعة النهرين (جامعة صدام سابقا) |
| MU | جامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا | | |

1-4-3 البريد الإلكتروني (اختياري)

في هذا المقطع يطلب من الأشخاص كتابة البريد الإلكتروني، بهدف الاتصال بهم في حالة وجود شكوك حول إجاباتهم أو طلب المزيد من التوضيحات. لم يتم نشر قائمة البريد الإلكتروني هنا لأسباب تتعلق بالخصوصية.

## *5-2- تغذية عكسية*

في هذا المقطع يوجد قائمة لأهم الاقتراحات أو الملاحظات حول الاستبيان، وهي:

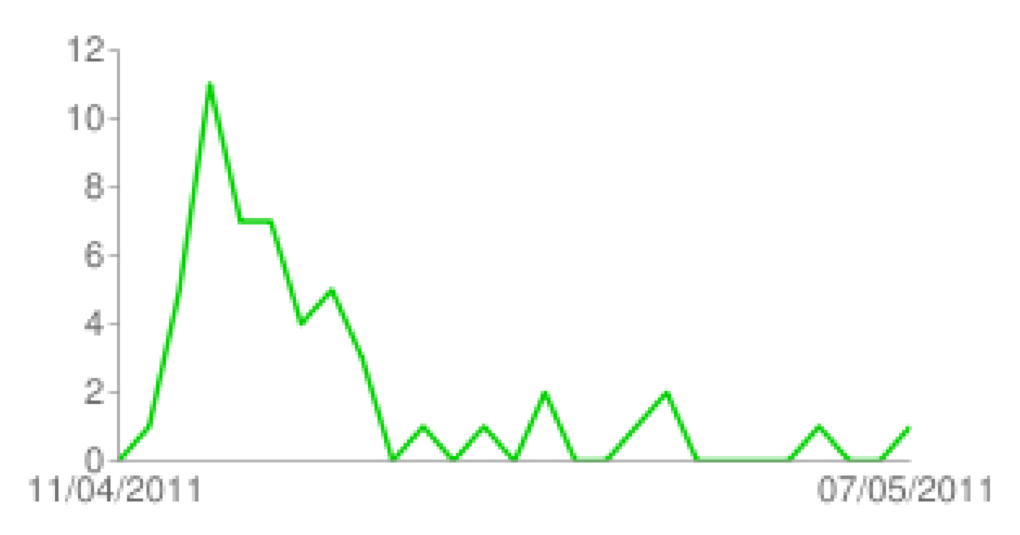
- مهندس بخبرة اقل من خمسة سنوات: بتوفير وقت مكرس لتدريس بعض تقنيات الهندسة الوصفية التي لا لزوم لها في الرسم الرقمي (تآلف تطبيقي، نقاط القياس في الطريقة المباشرة للمنظور) وتكريس المزيد من الوقت للتعمق بمواضيع النمذجة للأنواع المختلفة من السطوح الهندسية.
- طالب هندسة مسجل في السنة الثالثة: هل يمكن إعادة الاستبيان باللغة الإنجليزية لأنني لا أفهم المصطلحات باللغة العربية.
- مهندس بخبرة أقل من 5 سنوات قال ان الهندسة الوصفية في الجامعة الأردنية يتم تدريسها كمقرر منفصل وبطريقة تلقينية لا تسمح له بالوصول إلى الهدف المرجو من المادة بإدراك ماهية الفراغ ، إذ تطرح المادة آلية حل مسائل تقنية محددة دون السعي إلى إدراك الفكرة الأصلية منها. وتعطى المادة ضمن بندين النظري والعملي البند العملي يتناول حل للمسائل الهندسية داخل المرسم باستخدام الأدوات التقليدية، وتبقى هذه المسائل في إطار معين نظرا لمحدودية هذه الأدوات. ومن الجدير بالملاحظة والذكر أن مادة الرسم المعماري بالحاسوب تعطى في فصل لاحق كمقرر منفصل، وبالرغم من ضرورة ارتباطها بمادة الرسم الهندسي و الهندسة الوصفية والتي تركز على الإيعازات الخاصة بالرسم دون الاهتمام بمفاهيم الفراغ الهندسي وبالتالي دون الربط فيما بينها وبين الهندسة الوصفية. إن إدراك الطالب للمفاهيم الفراغية للهندسة الوصفية يعطي نتائج ايجابية في كافة مقررات الرسم والتصميم اللاحقة .
- مهندس بخبرة أقل من 5 سنوات: من المؤكد أن البرمجيات الحاسوبية تساهم و بشكل كبير في عملية فهم و تدريس مادة الرسم الهندسي و خاصة الرسم ثلاثي الأبعاد و هي تواكب العصر أكثر من الرسم بالفرجار الذي يجده الكثيرون مضيعة للوقت و يعتمد على مهارة يدوية أكثر منها فكرية هندسية لكن اعتقد أن أصحاب المهارات العالية في استخدام النمطين اليدوي و الحاسوبي هم أكثر المهندسين جدارة و تفوق .
- مهندس بخبرة اقل من خمسة سنوات: من المؤكد ان البرمجيات الحاسوبية تساهم و بشكل كبير في عملية فهم و تدريس مادة الرسم الهندسي و خاصة الرسم ثلاثي الأبعاد و هي تواكب العصر أكثر من الرسم بالفرجار الذي يجده الكثيرون مضيعة للوقت و يعتمد على مهارة يدوية أكثر منها فكرية

هندسية لكن اعتقد أن أصحاب المهارات العالية في استخدام النمطين اليدوي والحاسوبي هم أكثر المهندسين جدارة و تفوق .

- مدرس لمادة الرسم الهندسي او التصميم: في الوقت الحاضر هناك أدوات تسمح بتشكيل الفراغ الهندسي بأي تكوين. حيث تعدد أوامر وخيارات البرمجيات يمكن أن نتعلمها أيضا عن طريق تبادل الخبرات، ولكن الأسس و القواعد الهندسية )ثلاثة نقاط تحدد مستوى واحد فقط، اتجاهين يحدد ميلان حزمة من مستويات متوازية بينها(، يجب ان تدرس في مقررات لهندسة وصفية متجددة، لمواجهة مواضيع تتعلق بتكوينه الأسطح الهندسية المختلفة ( الأسطح المسطرة، الأسطح الحلقية).
- مهندس بخبرة اكثر من خمس سنوات: ان الرسم اليدوي باستخدام المسطرة والفرجار هو النهج الأساسي لممارسة الرسم بشتى انواعة.
- مهندس بخبرة اكثر من خمس سنوات: باستعمال المسطرة والفرجار هناك تحكم كامل بعملية الرسم.
- مهندس بخبرة اكثر من خمس سنوات: اعتقد بضرورة ادخال برمجيات الكمبيوتر في جميع مراحل التدريس الهندسي في الجامعة ولكن في مراحل تتلو اتقان مهارات الرسم اليدوية.
- طالب هندسة مسجل في السنة الثالثة او الرابعة او الخامسة: انا ضعيف جداً بموضوع الرسم لانه درستها بتقنيات الكاد القديمة (اتوكاد 14).
- طالب هندسة مسجل في السنة الثالثة او الرابعة او الخامسة: برايي وحسب تجربتي الشخصية ومعرفتي بحاجاتي وحاجات زملائي فاننا نحن الجيل الجديد نستطيع التفكير والابداع باستخدام البرمجيات الرقمية بطريقة افضل وذلك لارتباطنا بها والتفوق التكنولوجي الذي نتمتع به لكن المشكلة تكمن في الكادر التدريسي الهرم والذي يخاف من التكنولوجيا ويرفض التخلي عن المسطرة والفرجار وذلك لانهم مهما طورو انفسهم في مجال التكنولوجيا لن يصلو إلى قدراتنا ولن يفهمونا لذلك يجب ايجاد حلول عملية والتركيز على تدريب الشباب المتفوقين في المجال التكنولوجي ليقومو بتدريس هذه البرمجيات بالطريقة الصحيحة والتي تشجع الطلاب الجدد لانهم الادرى بميولهم واتجاهاتهم وفي عصر التكنولوجيا لا يوجد مكان للاشخاص الذين يرفضون التطور.
- مهندس بخبرة اكثر من خمس سنوات: هدف الهندسة الوصفية هو تدريس الطالب على التفكير في الفراغ وبما ان هناك برمجيات تسمح بالرسم في الفراغ الافتراضي، لا يمكنني أن أفهم لماذا يصرون على استخدام المسطرة في كليات الهندسة في معظم الجامعات العربية.
- مهندس بخبرة اقل من خمسة سنوات: نشكركم على طرح الماده للدراسة لانها ماده مهمه لتنمية الإدراك واتمنى ان يتم تحديث كل المواد الدراسية لكي تواكب متطلبات سوق العمل والتطور الموجود. السلام عليكم
- مهندس بخبرة اقل من خمسة سنوات: أولا انا منبهر بطريقة عمل اللإستبيان على الإنترنت وكم هي سريعة ومفيدة؛ ثانيا : كم كنت أحارب من أجل هذه الفكرة أثناء فترات دراستى خصوصا بمسألة استخدام الرسم ثلاثي الأبعاد ( كاد وماكس)؛ عدم قدرة الطالب المعماري على استيعاب أوامر البرامج دون معرفة مبادئ الرسم الهندسي لا تزال مسألة مهمة ولذلك هناك تضيعة للكثير من الوقت والجهد في التفكير والنتيجة غير مضمونة . ولكن ، كيف يمكن أن يتعلم الطالب الرسم الهندسي دون

معرفة استخدام المسطرة والمثلث، الحل من وجهة نظري الخاصة بان يقوم المعلم بعرض الأشكال ثلاثية الأبعاد ومن ثم يرسمها باليد الحرة حتى تكتمل المعرفة.

- مدرس لمادة الرسم الهندسي أو التصميم: من فترة وأنا أتمنى أن يتم توظيف البرامج الحاسوبية CAD في تدريس الرسم الهندسي والهندسة الوصفية، ولقد شاهدت فيديو على موقع Youtube عن ذلك وأتمنى أن تكون هذه خطوة جادة في هذا المجال.




رسم بياني 17: عدد الردود اليومية

# EFFECTIVENESS OF THE USE OF COMPUTER APPLICATIONS IN THE FIELD OF TEACHING GEOMETRICAL DRAWING AND DESCRIPTIVE GEOMETRY AT THE FIRST AND SECOND YEAR LEVELS OF A COURSE OF ARCHITECTURE IN JORDAN

By
**Hasan Yousef Isawi**

Supervisor
**Dr. Ali Mahmoud Abu Ghanimeh**

Co. Supervisor
**Dr. Jawdat Salem Goussous**

## Abstract

Since the mid-twentieth century، with few exceptions، developments in the field of descriptive geometry have been only concerned with the experimental area of the design process (Migliari، R. 2008). The event of digital representation has given architects a tool to:

- solve geometric problems that were only competence of analytic geometry
- produce accurate drawings in space
- Produce images with much higher quality (shadow، transparency، reflection، dynamic، interactive، etc.).

Despite technological developments، the teaching of the subject of geometric design has often remained tied to traditional methods، and this has led to a serious separation between the theoretical concepts of descriptive geometry and digital design techniques، where the prevailing interest is to execute the commands of the software and to choose their preset options without being concerned with their theoretical justifications. For this reason، the need of renew descriptive geometry arises from the need to integrate useful concepts of descriptive geometry with the dynamism and precision of the digital representation، with the aim to preserve and even expand this rich cultural heritage from the history of design. Surveys of previous studies have shown a general consensus on the role of three-dimensional modeling software (eg AutoCAD) in the process of teaching and learning geometrical space. This

research differs from previous ones in proposing a topic of renewal descriptive geometry، not only through study and analysis of methods of teaching of drawing in the twenty-one universities analyzed (local، Arab and international) and the percentage of time devoted to their teaching، but also through the handling of a series of applications that demonstrate using the classic flat and three-dimensional geometric construction، and the validity of teaching descriptive geometry in three dimensional space.

Exploring Methods of drawing course in the 21 universities examined (Chapter III)، it is clear that there is a disinterest or even a progressive abandonment of the teaching of a descriptive geometry course، and perhaps this is due to a possible doubt regarding the efficiency of this course in solving complex geometric problems.

To deal with this serious problem، this research will help shed light on the possibilities that can be achieved in the process of teaching and scientific research when they apply the concepts of descriptive geometry in virtual space.